

# Ottica geometrica - 1° ordine

- si calcolano posizione e ingrandimento dell'immagine di una sorgente
- si ottiene la scala al p.focale  $x = f \tan \vartheta \sim f \vartheta$
- dati due elementi ottici 1 e 2, si ottengono posizione e ingrandimento dell'immagine finale considerando l'immagine di 1 come sorgente di 2.
- è possibile definire un unico elemento ottico *equivalente* a un sistema ottico di due o più elementi, ottenendone posizione e *focale equivalente*.
- caso più semplice: due lenti sottili accostate:  $f_{eq} = f_1 f_2 / (f_1 + f_2)$

# Lente di ingrandimento

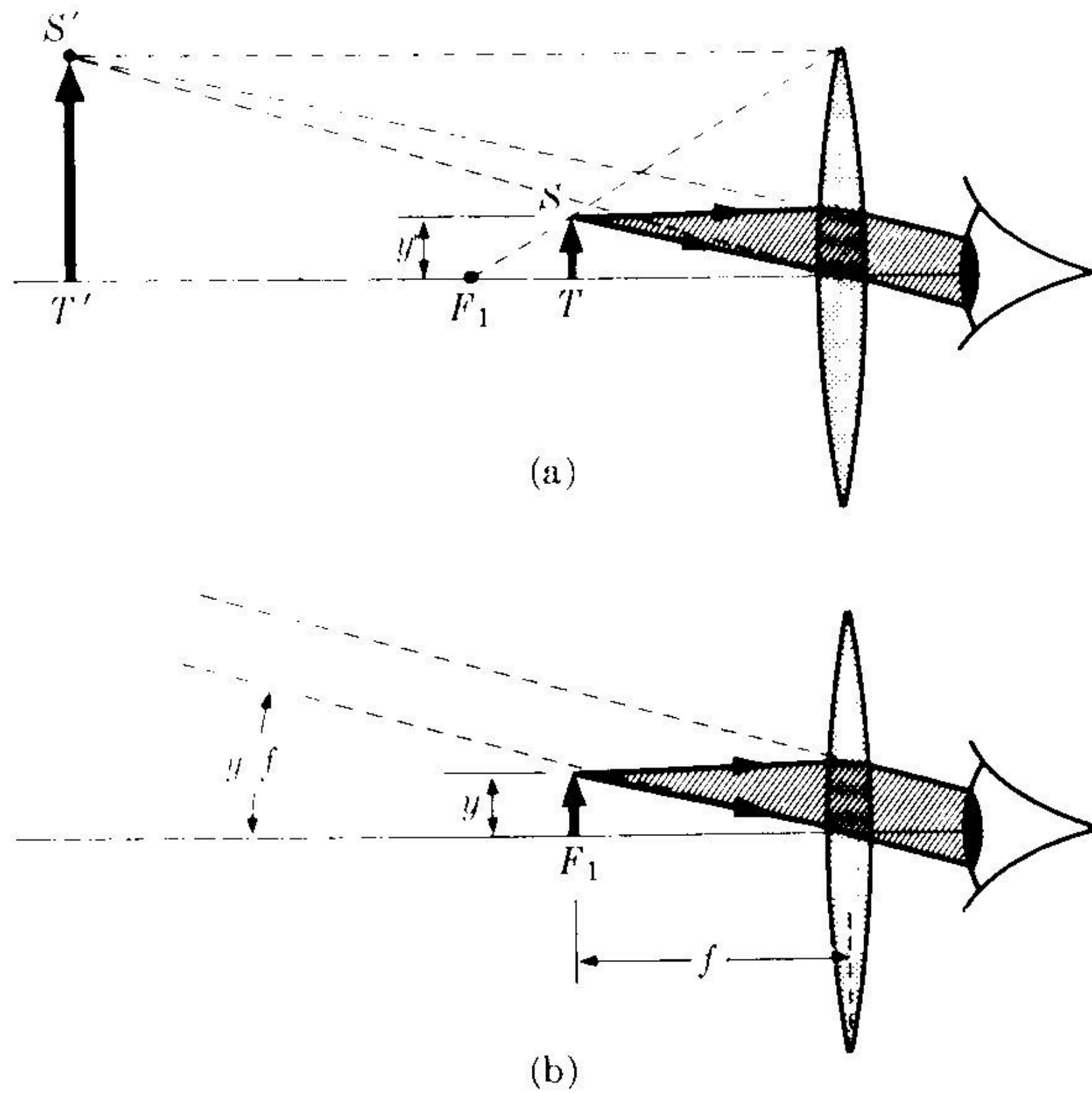
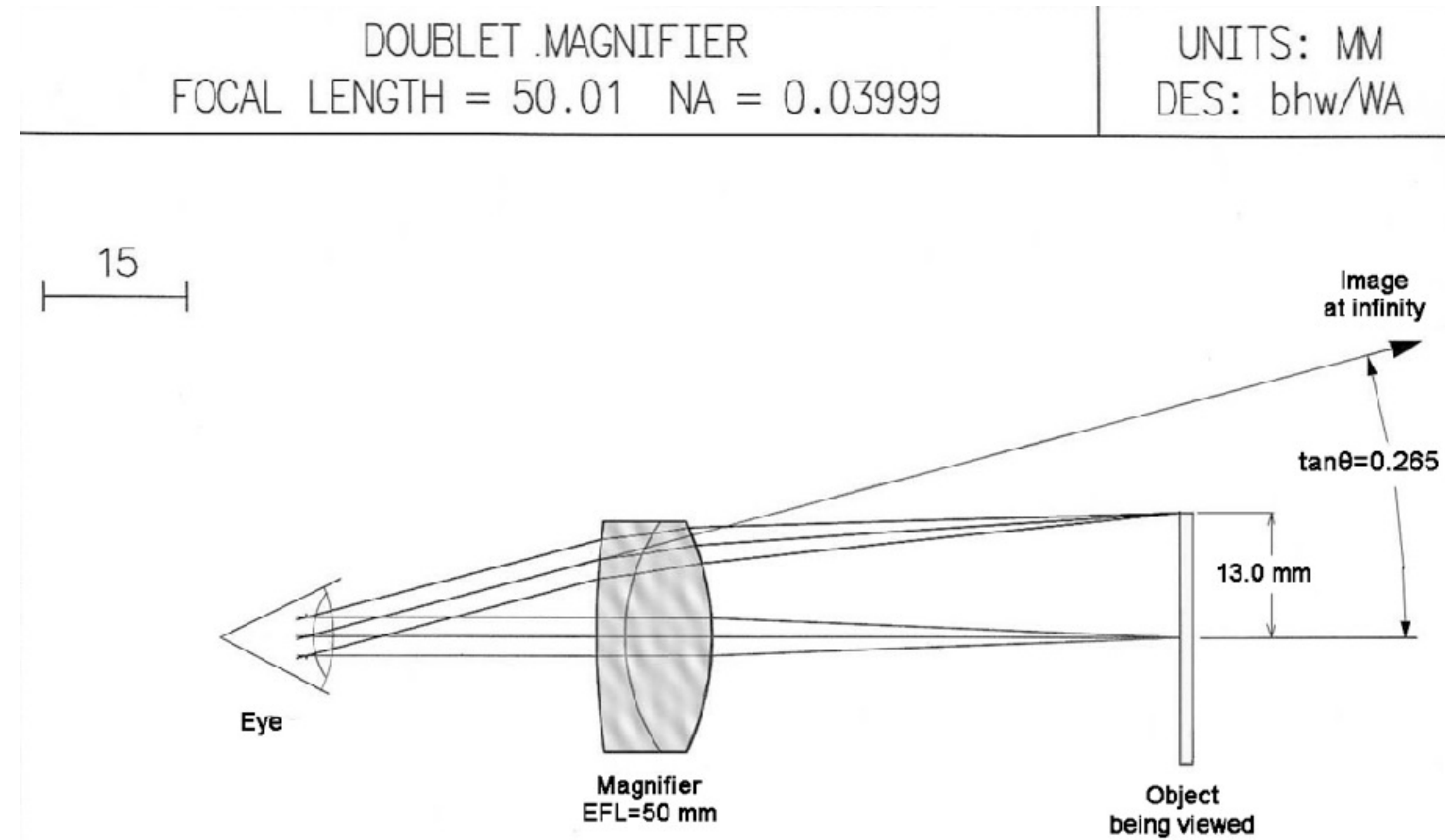


FIG. 2-50. The magnifying glass.



# Focale equivalente in sistemi composti

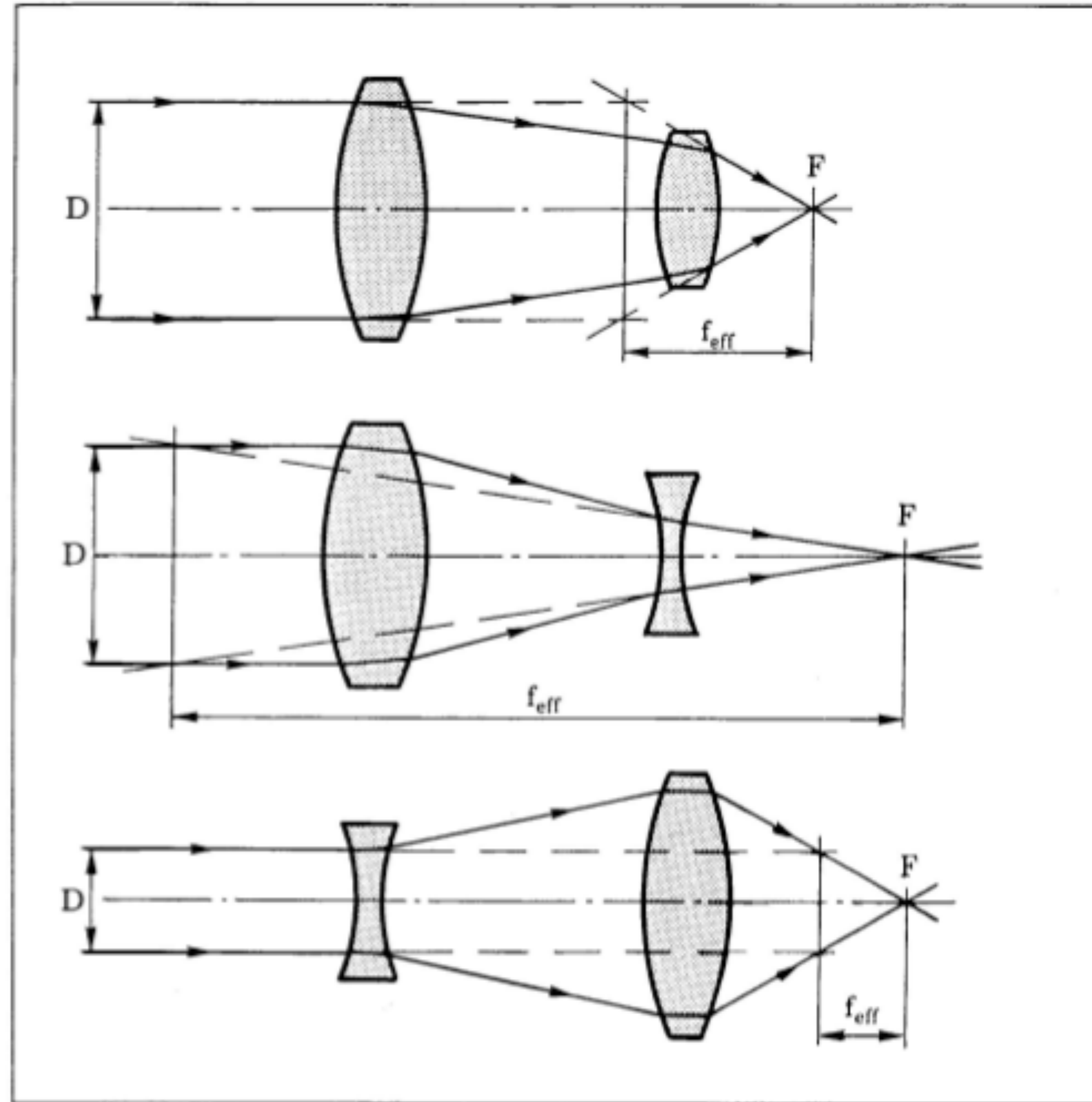
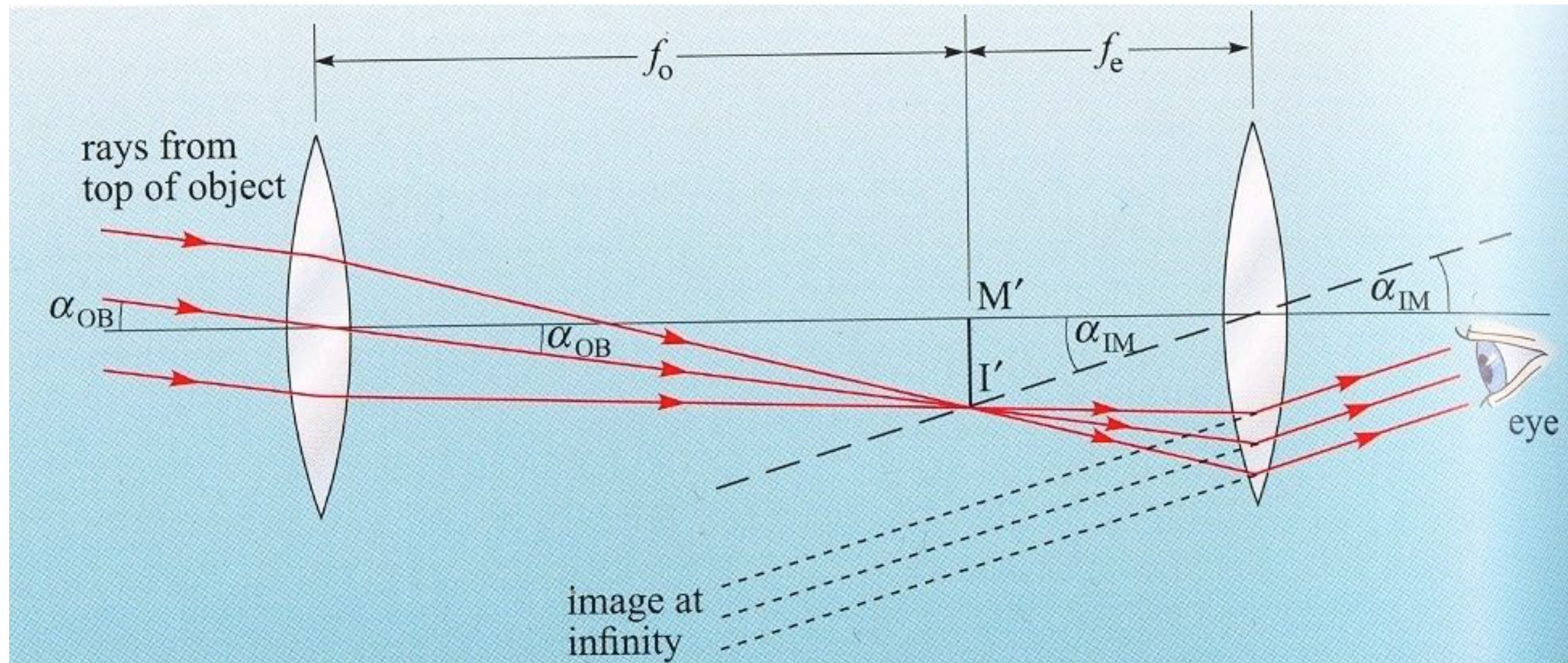


Fig. 3.5 Effective Focal Lengths for Lens Combinations.



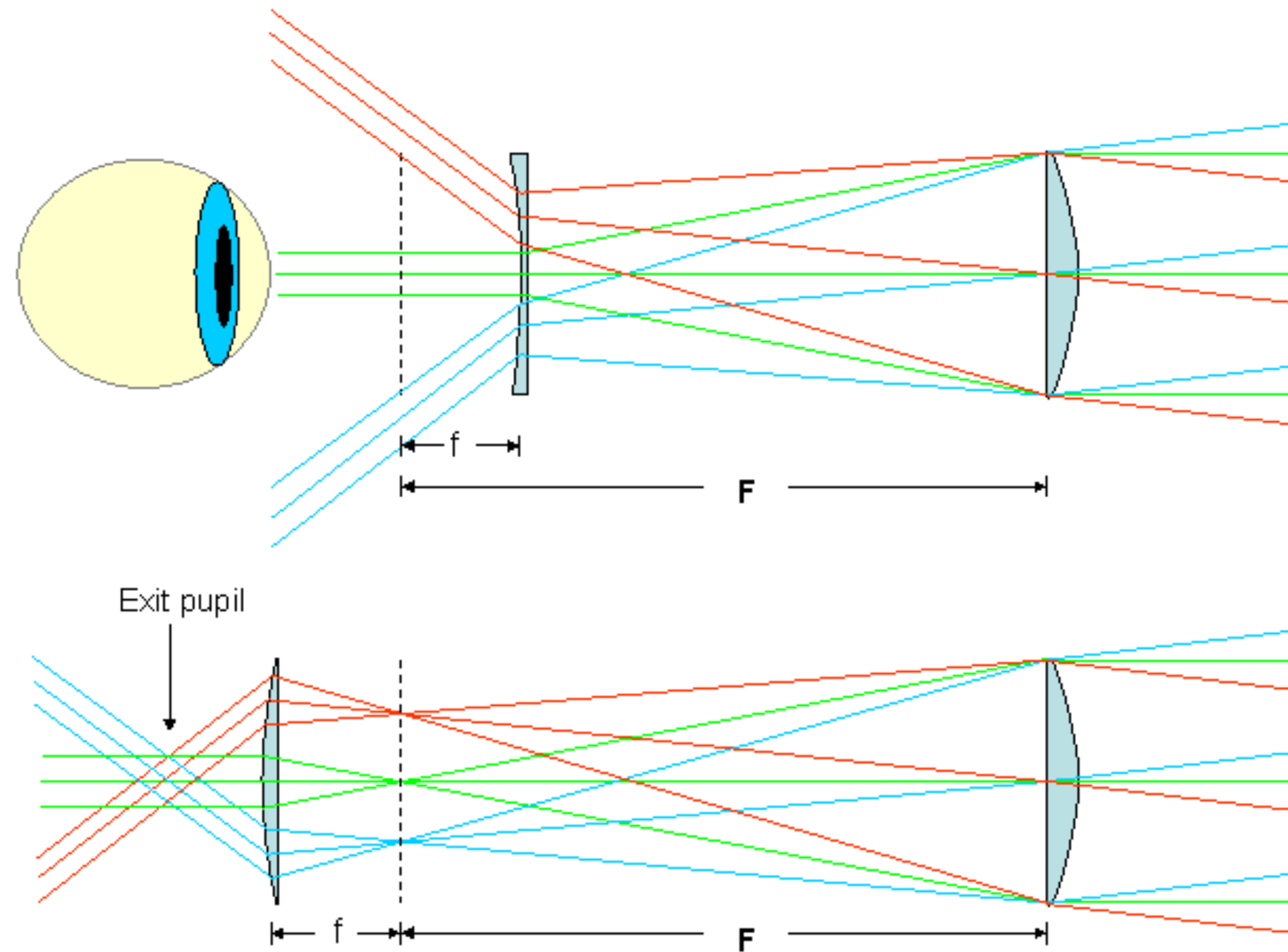
# Schema e ingrandimento di un cannocchiale



Adapted from:  
Observational Astronomy by Andrew Norton



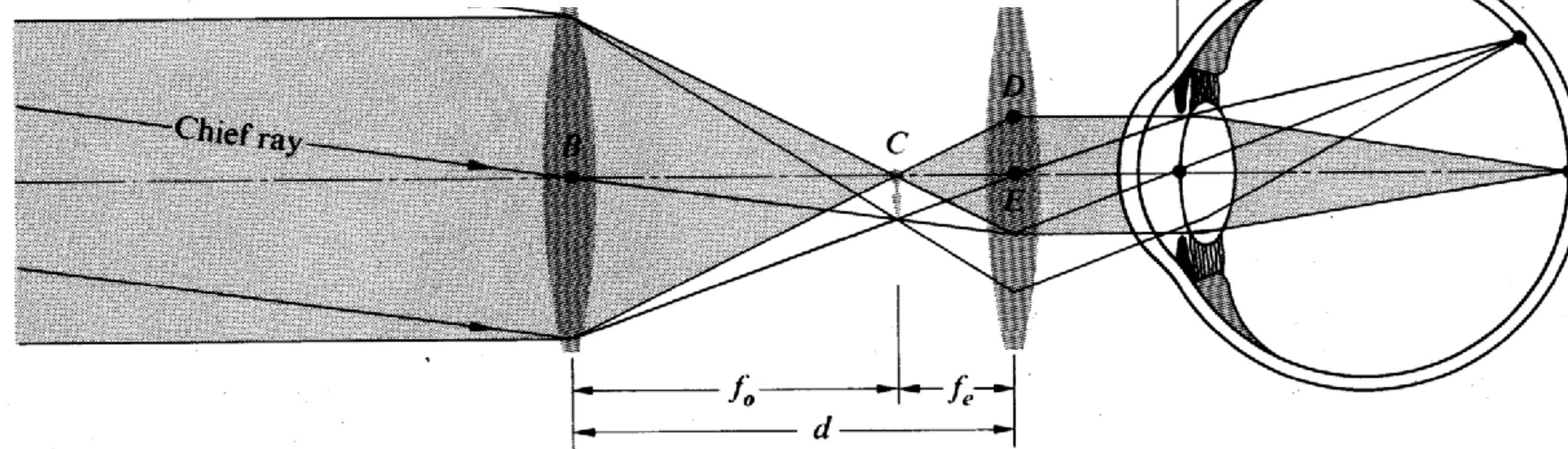
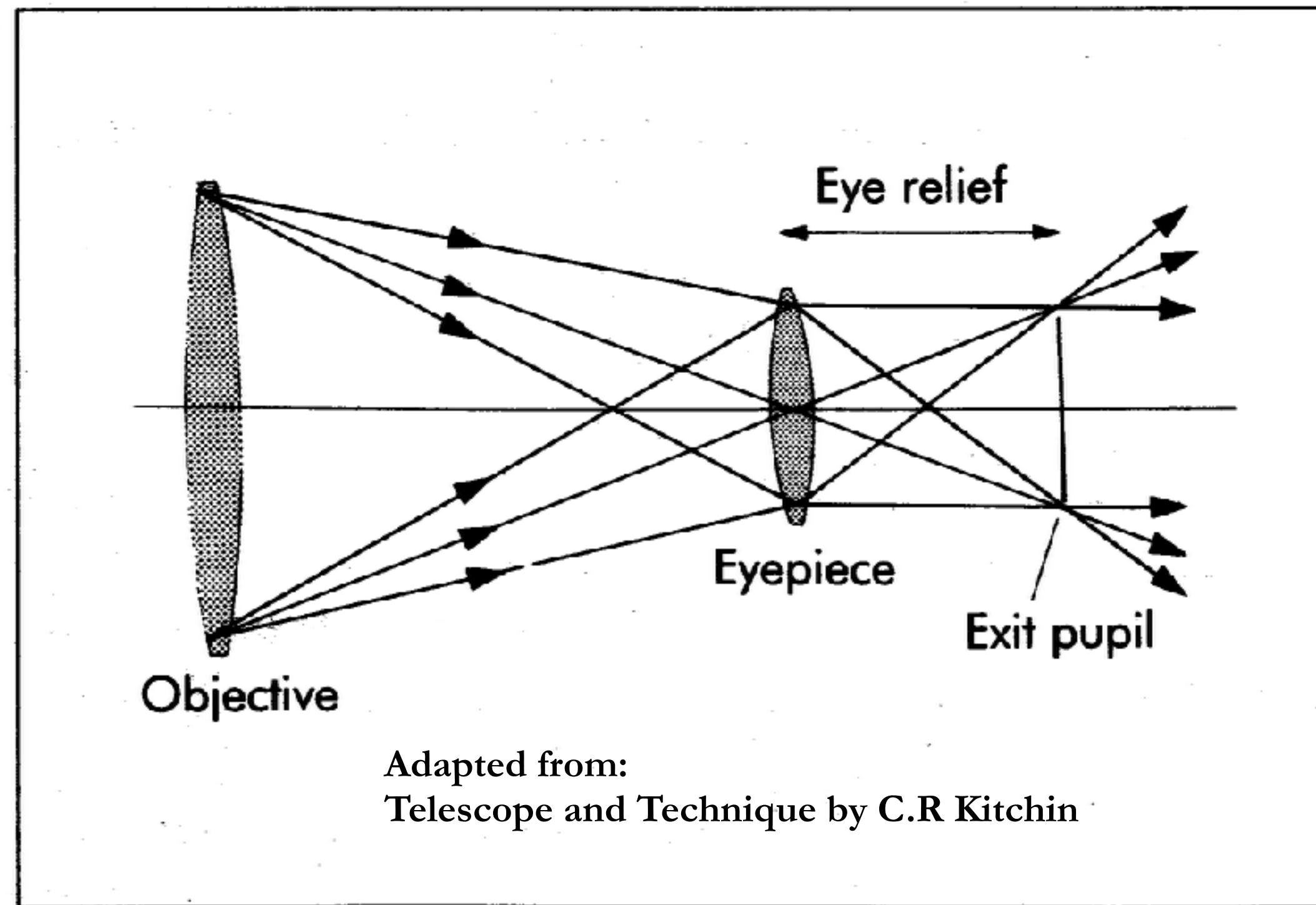
# Cannocchiali di Galileo e di Kepler



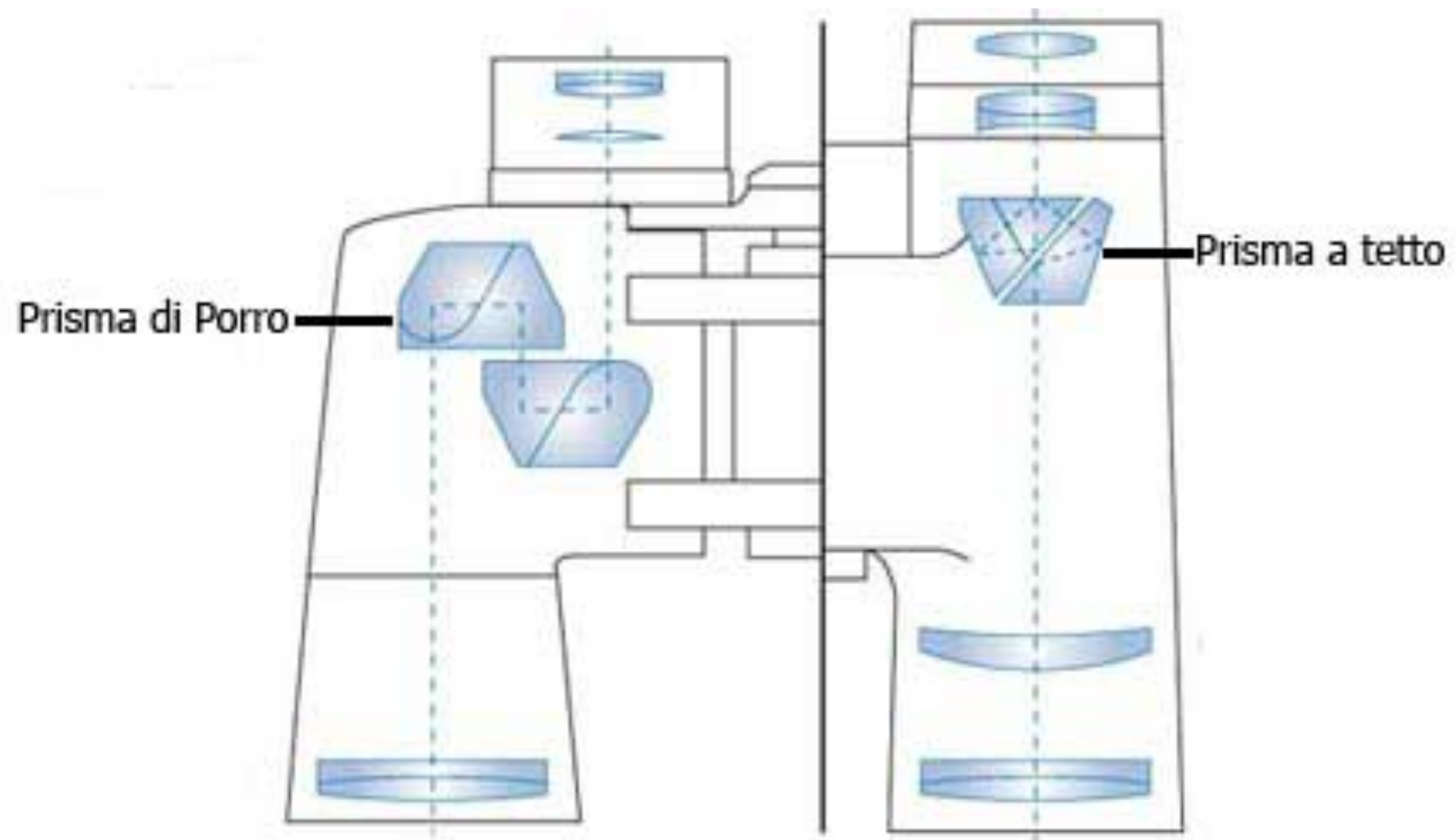
Il cannocchiale di Galileo è più “corto”, ma la pupilla d’uscita è inaccessibile: l’occhio deve “vagare” per vedere tutto il campo. Nel cann.di Keplero, l’occhio posto nella pupilla d’uscita raccoglie tutta la luce e vede tutto il campo.

## Pupilla d'uscita

Per una corretta visione, l'occhio va posto alla pupilla d'uscita del cannocchiale. Essa è definita come l'immagine dell'obiettivo (pupilla d'entrata) formata dall'oculare: tutta la luce incidente sull'obiettivo passa all'interno della pupilla d'uscita.



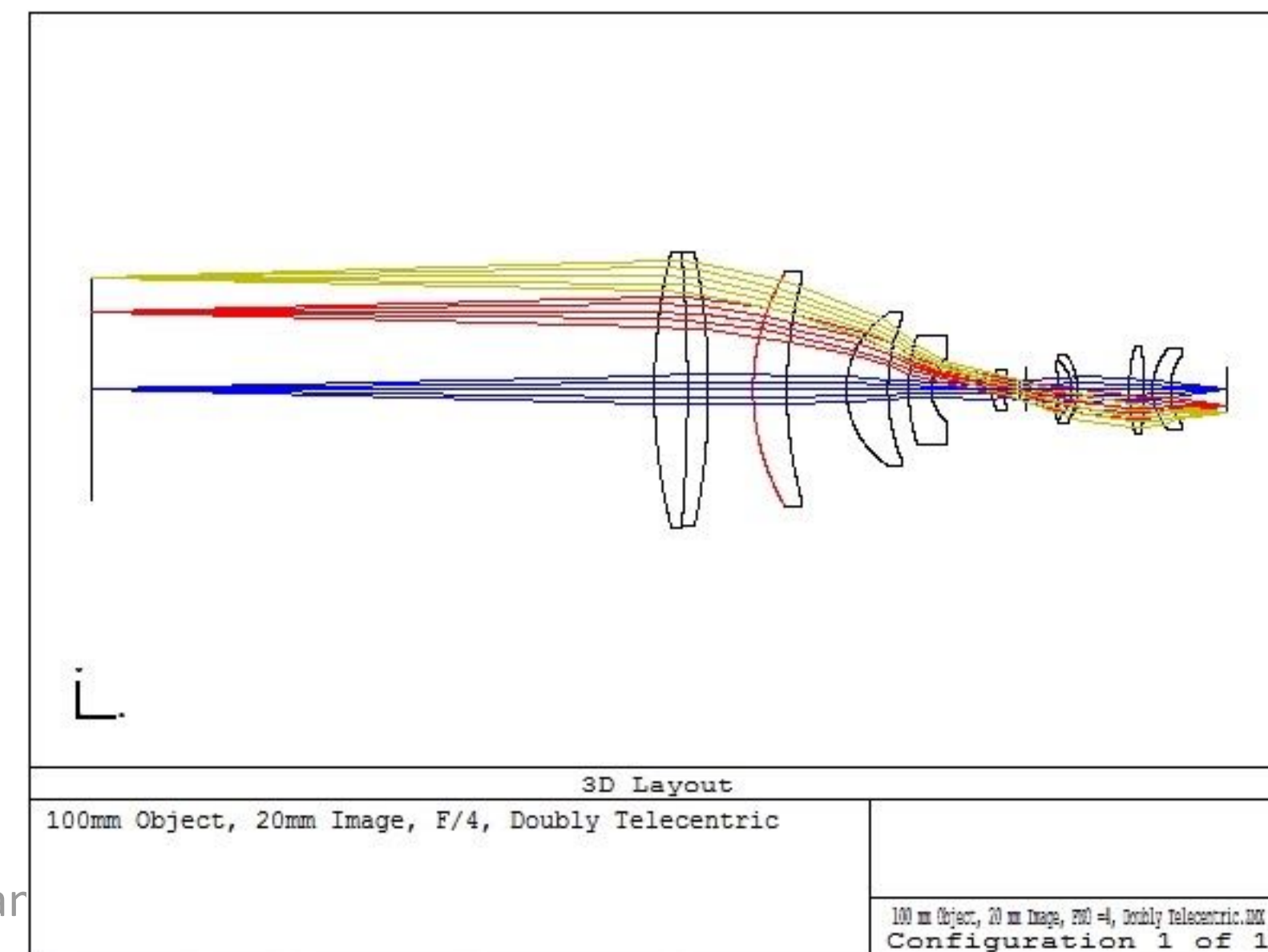
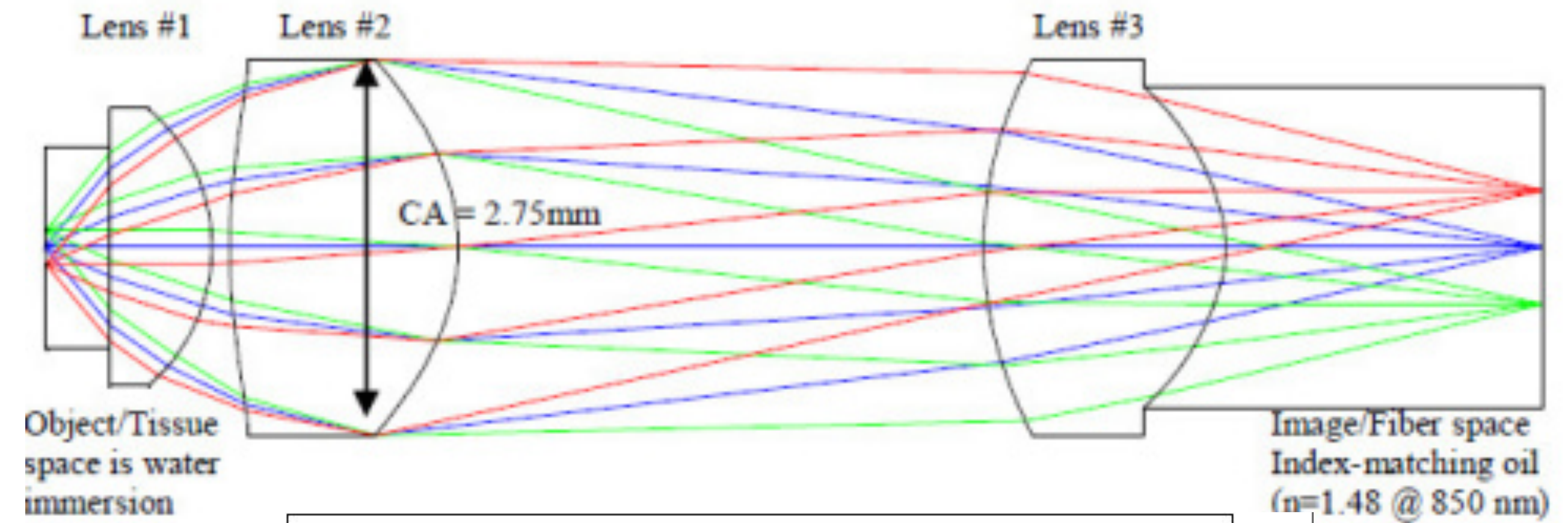
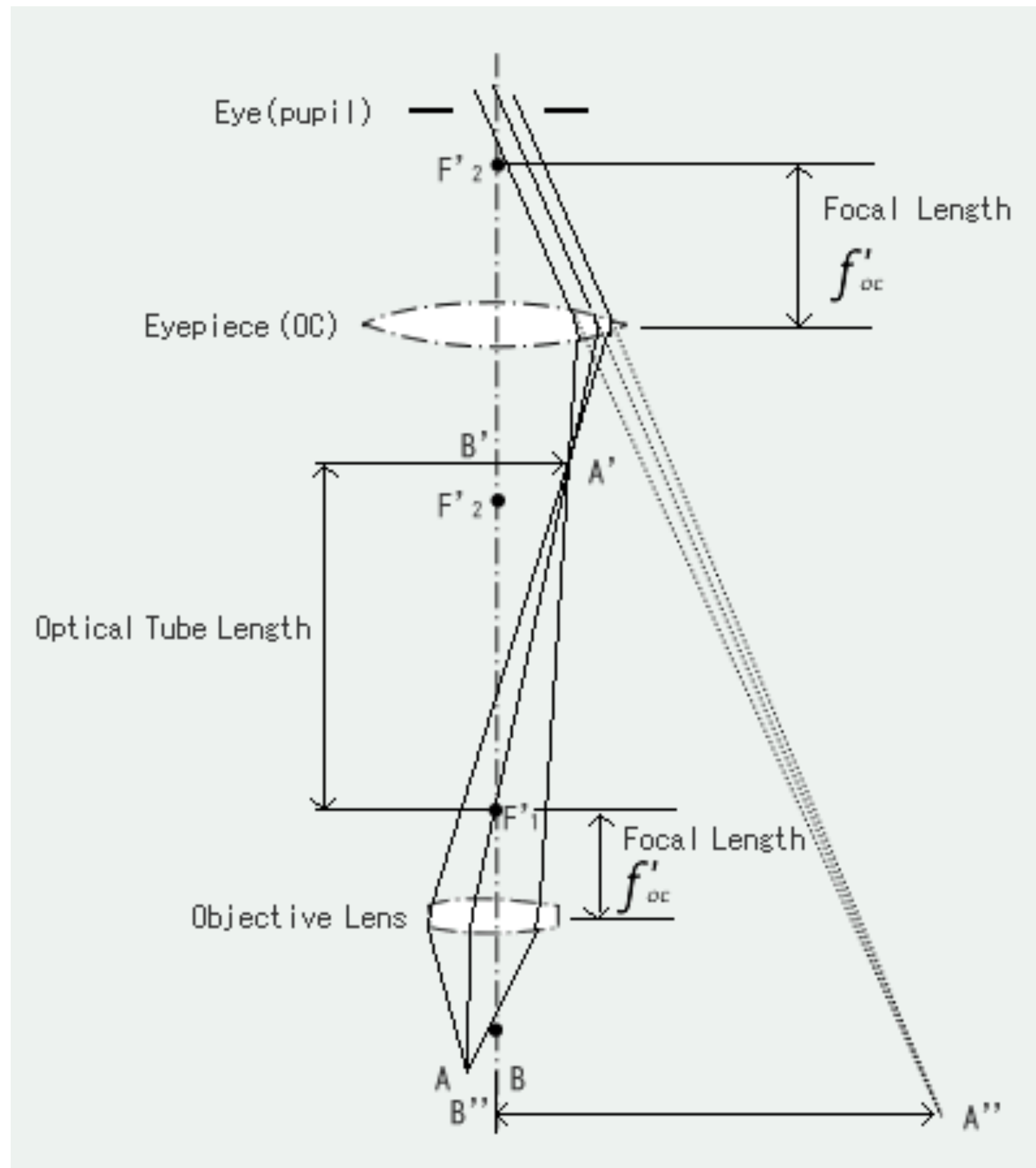
## Schema di binocoli prismatici





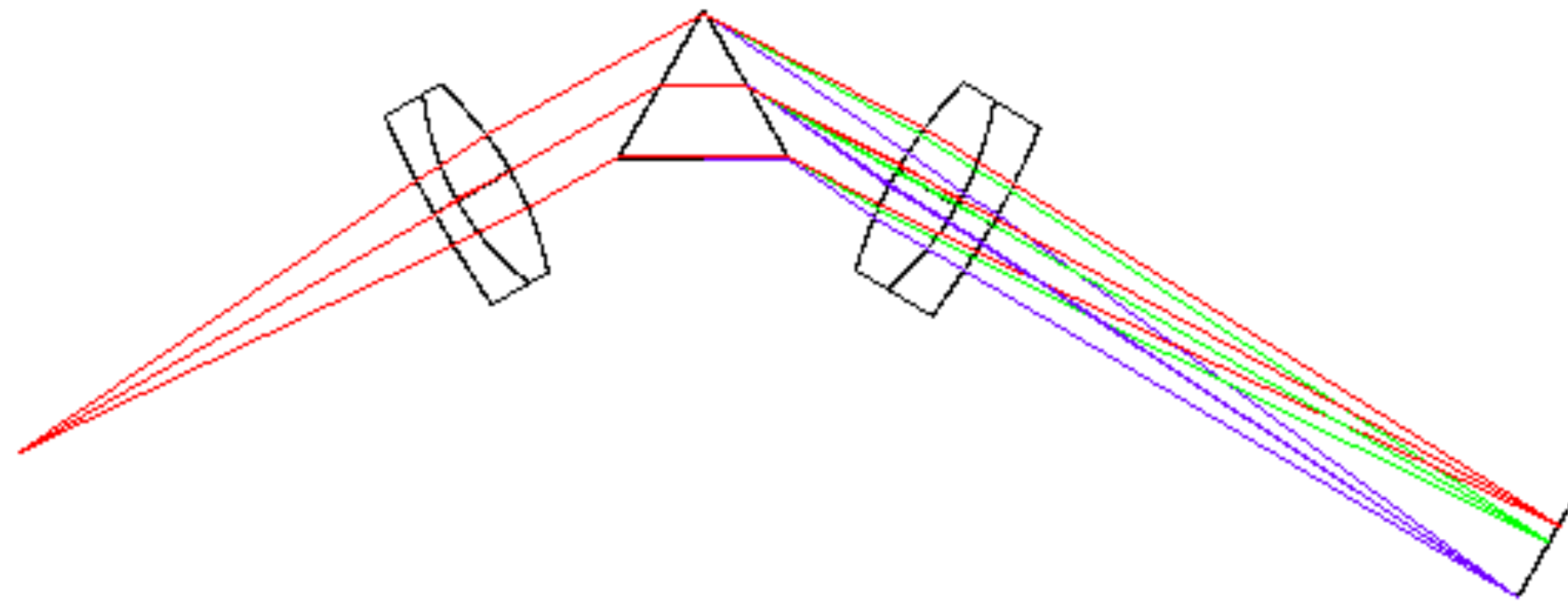
# Schema ottico di microscopio

L'obiettivo è una lente convergente di cortissima focale, che forma una immagine reale ingrandita al fuoco dell'oculare, pure convergente. A destra, due schemi "veri", in cui l'immagine è ripresa da un sensore al p.f.

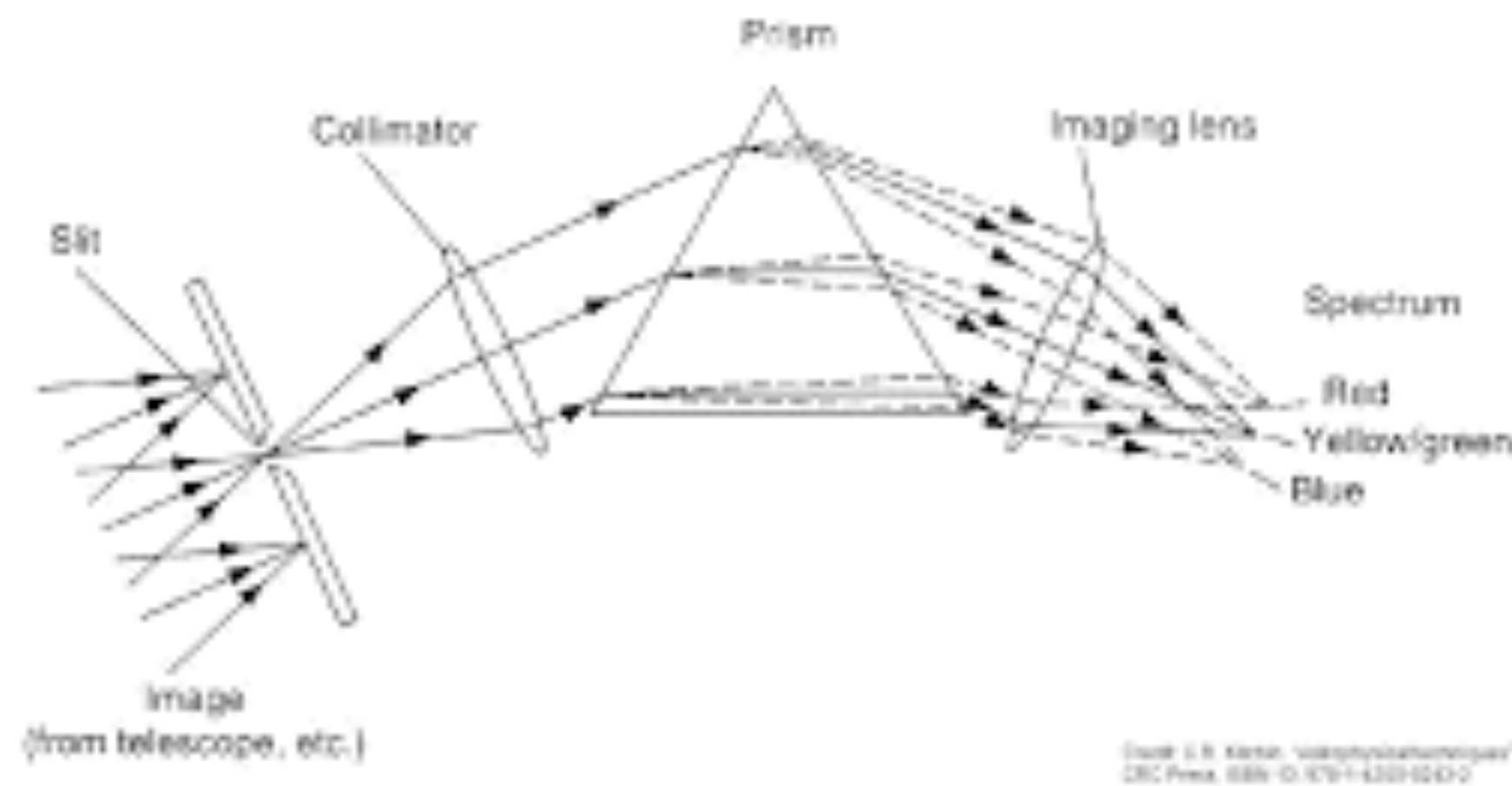




# Spettrografo a prisma



### Prism spectrograph layout



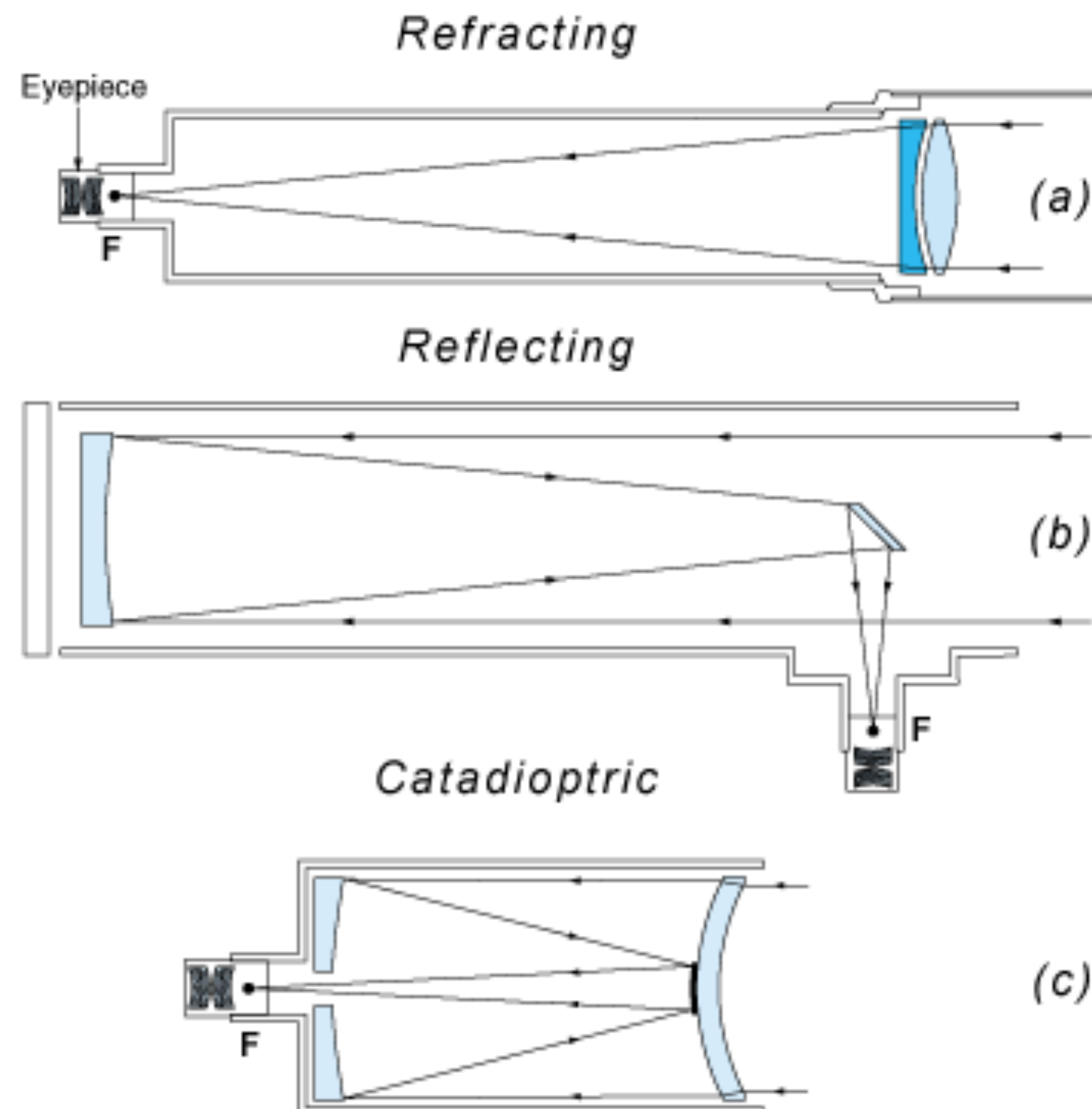
# Risoluzione spettrale

$\lambda / \Delta \lambda$

$\Delta\lambda/\Delta x$

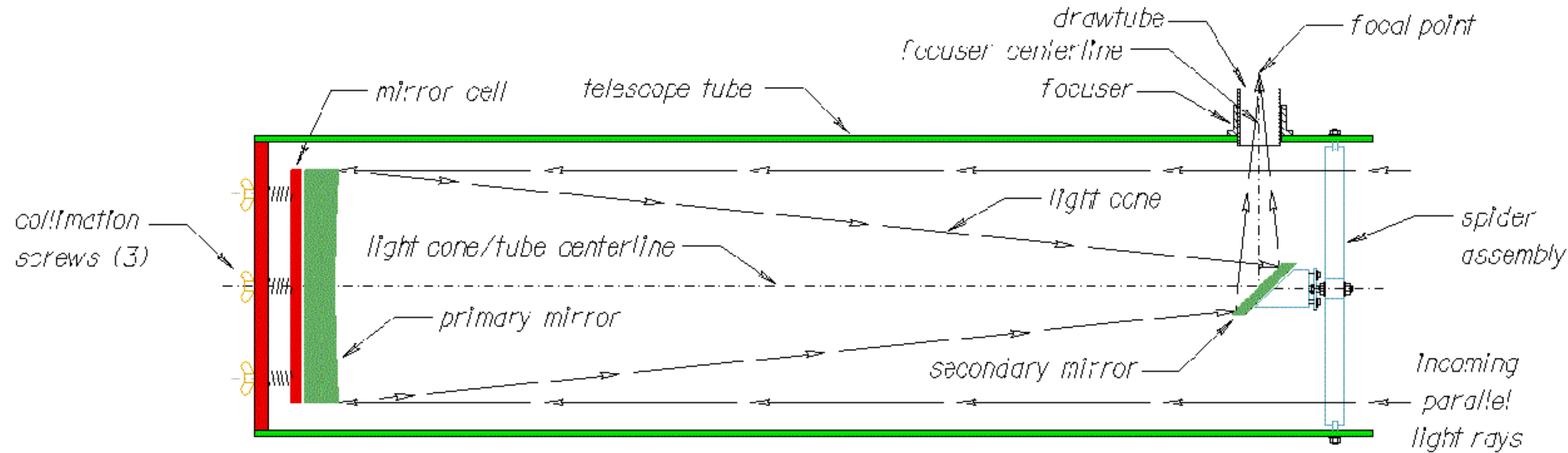
**$\Delta N/pxl$**

# Classificazione dei telescopi





# Schema di telescopio newtoniano



Importante: lo specchio secondario, piano e a  $45^\circ$ , deve essere collocato in modo che il piano focale si trovi circa sul "tubo" del telescopio.

# Schema di telescopio di Cassegrain

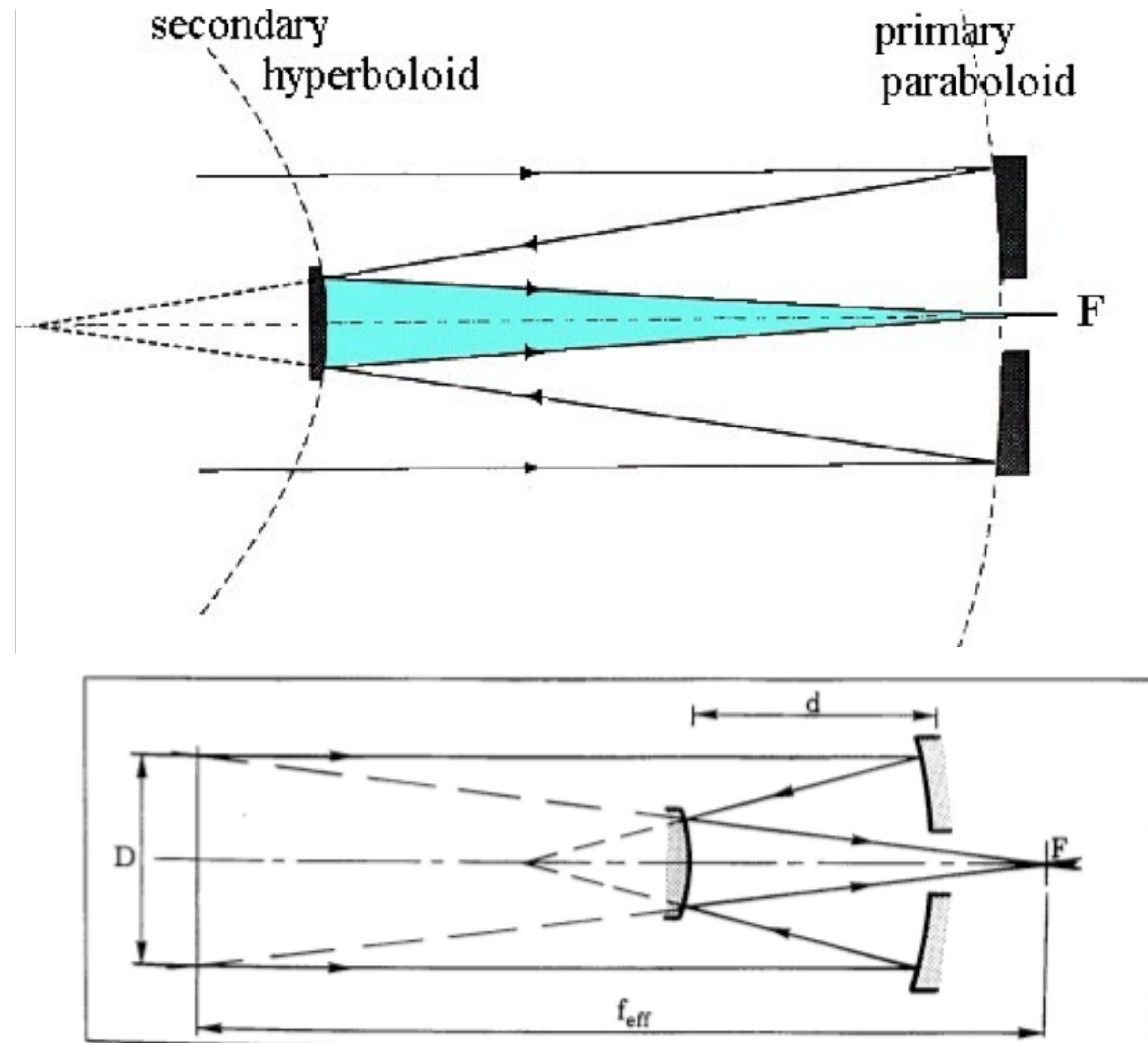
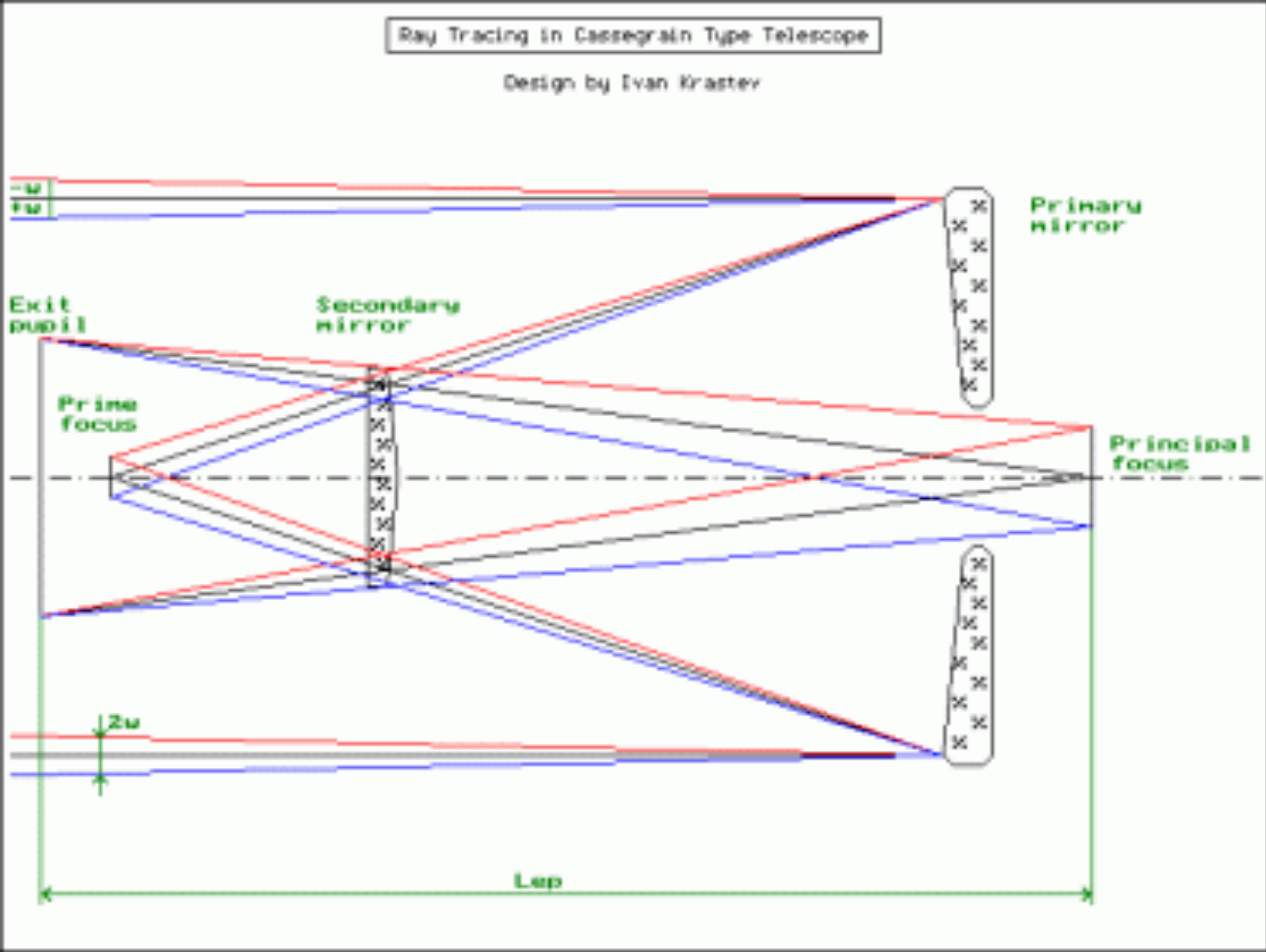


Fig. 3.6 Effective Focal Length of a Cassegrain Telescope.

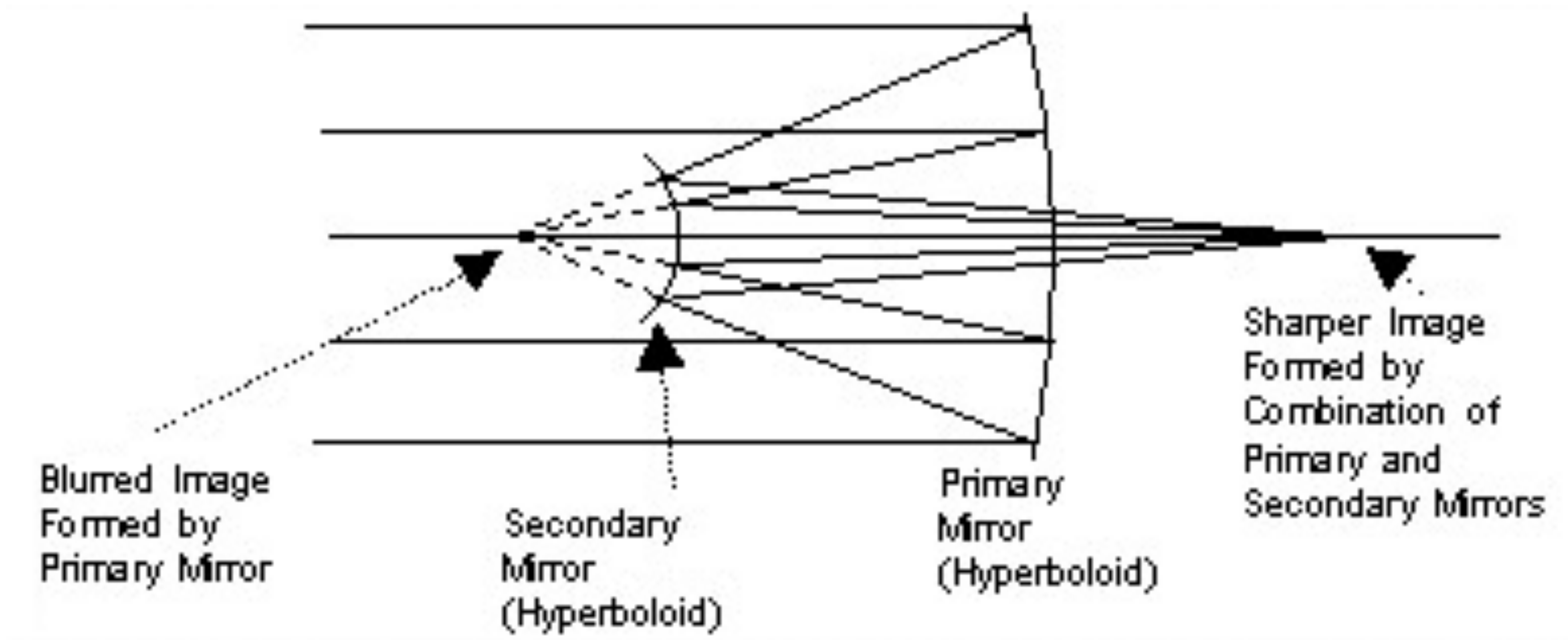


# Cassegrain telescope



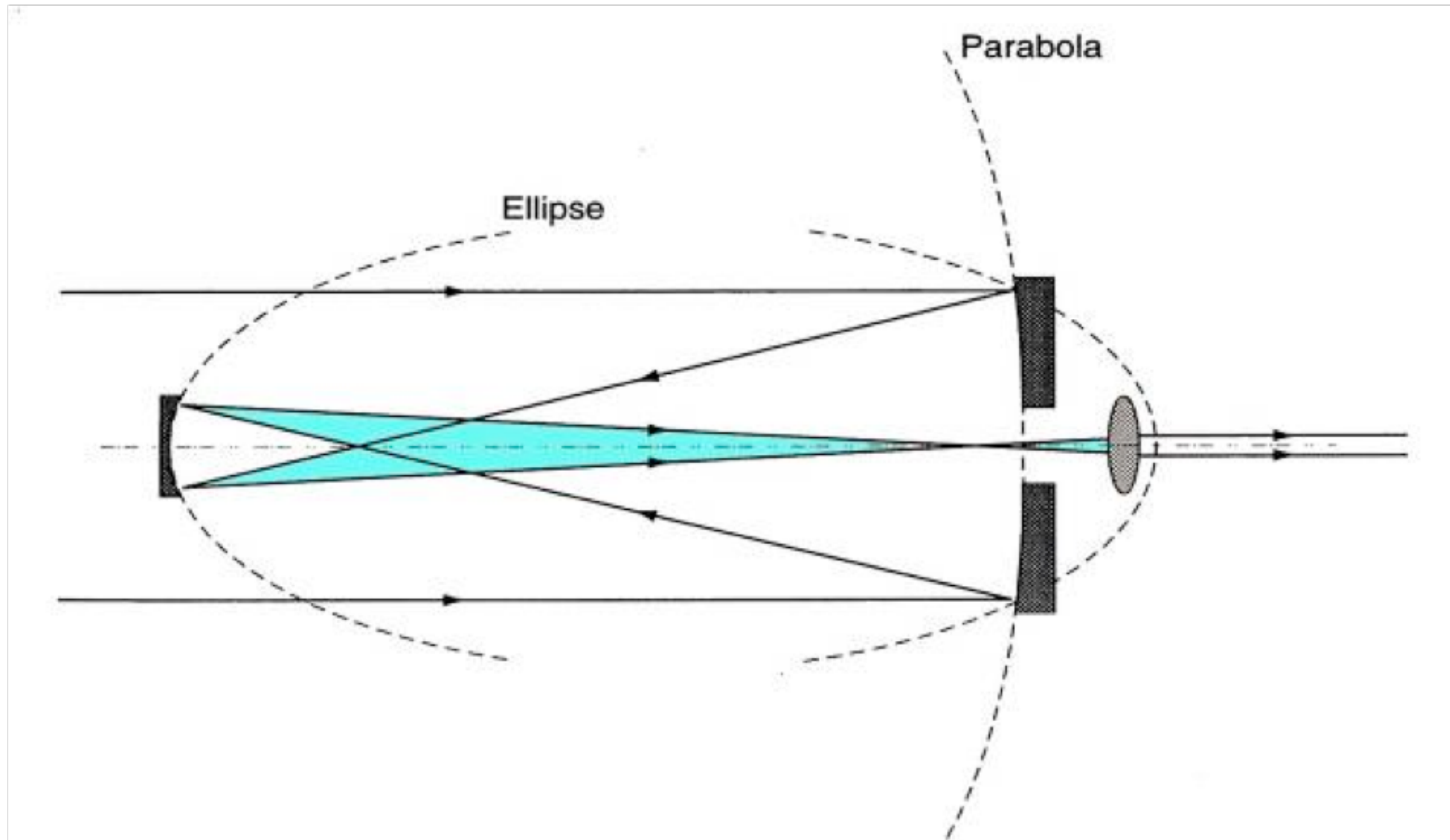
# Ritchey-Chretien

Rispetto al Cassegrain elimina l'aberrazione più importante, la Coma.  
Molto diffuso (Hubble Space Telescope, ESO,.....Tel. Cassini di Loiano)

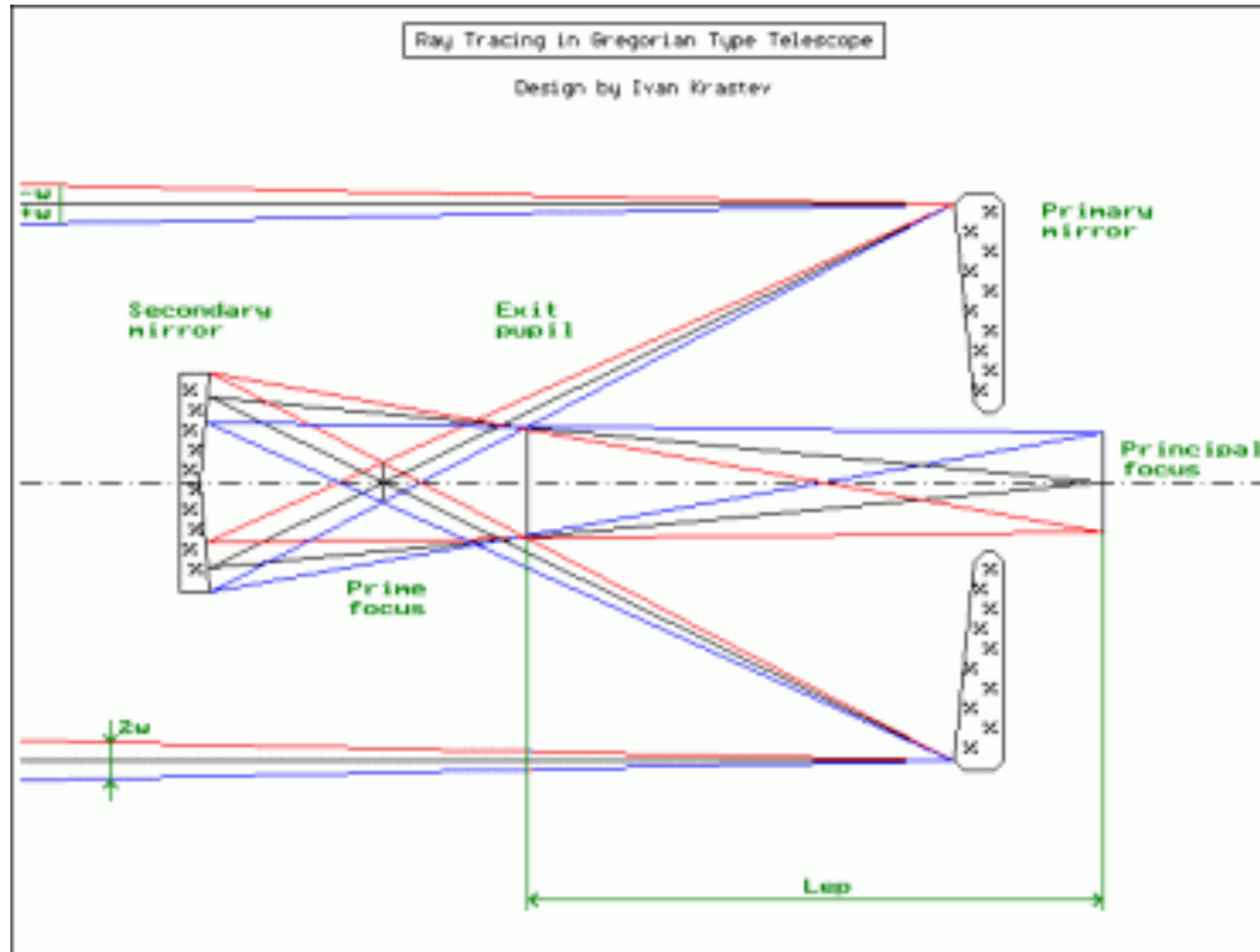




# Gregorian Telescope

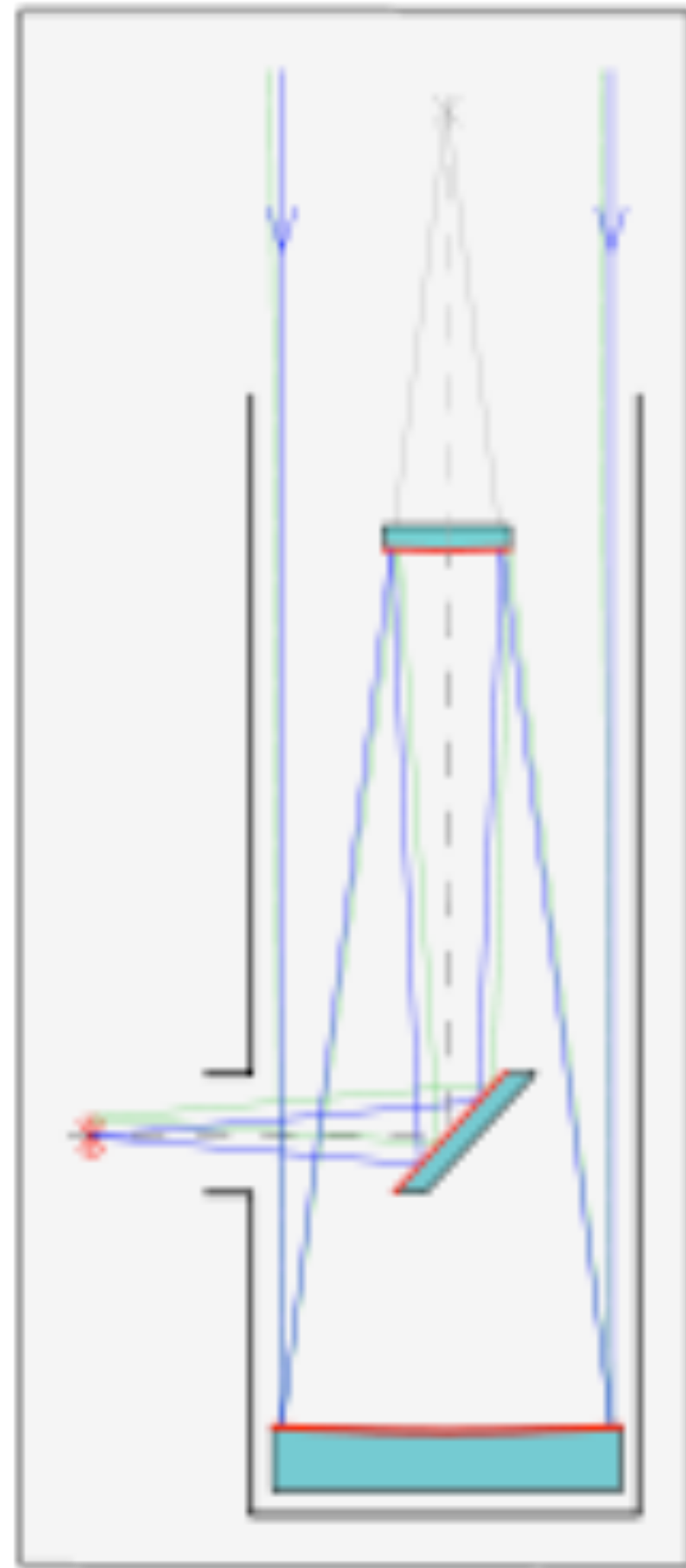


# Gregorian telescope

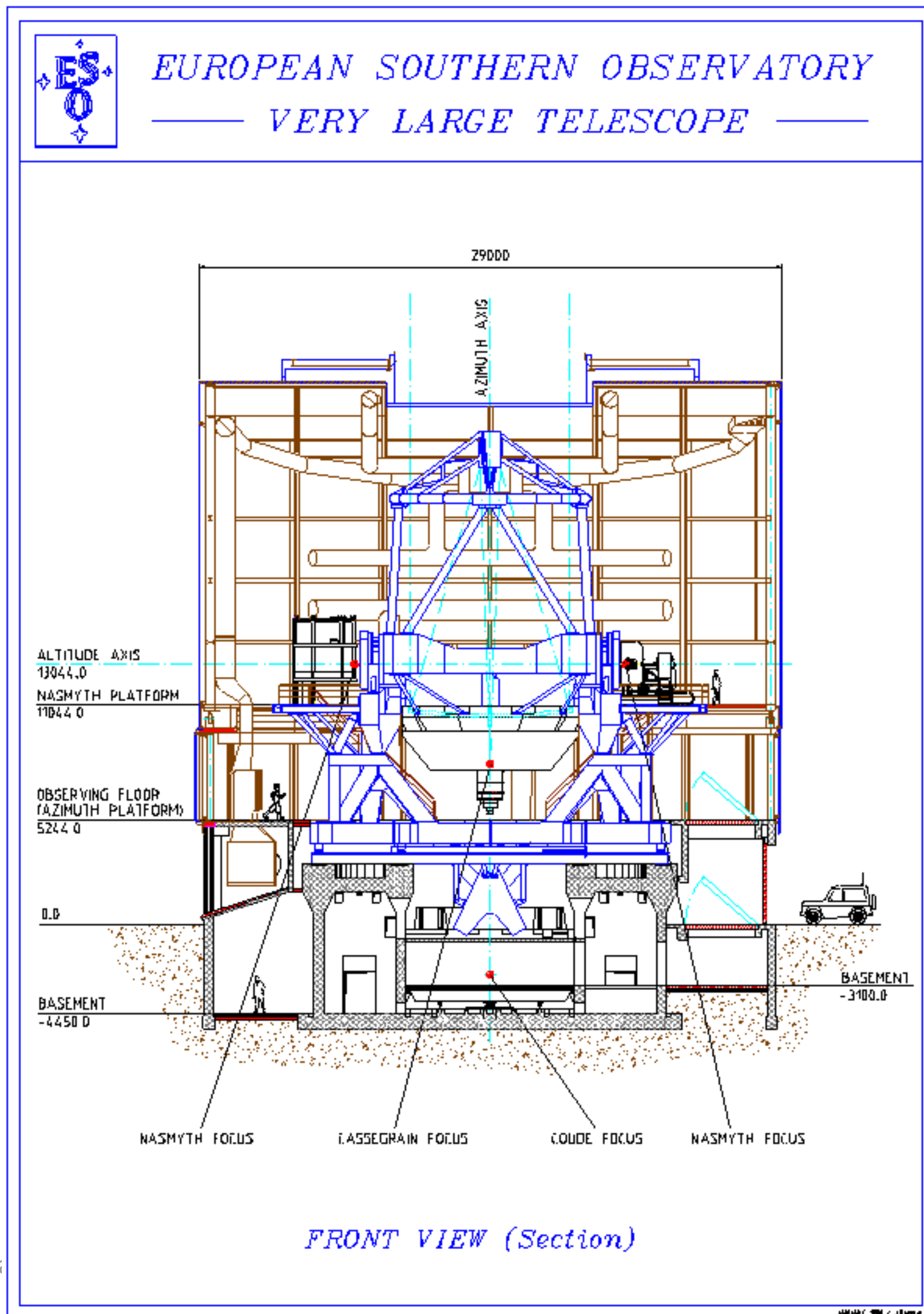




# Telescopio Nasmyth , alt-az

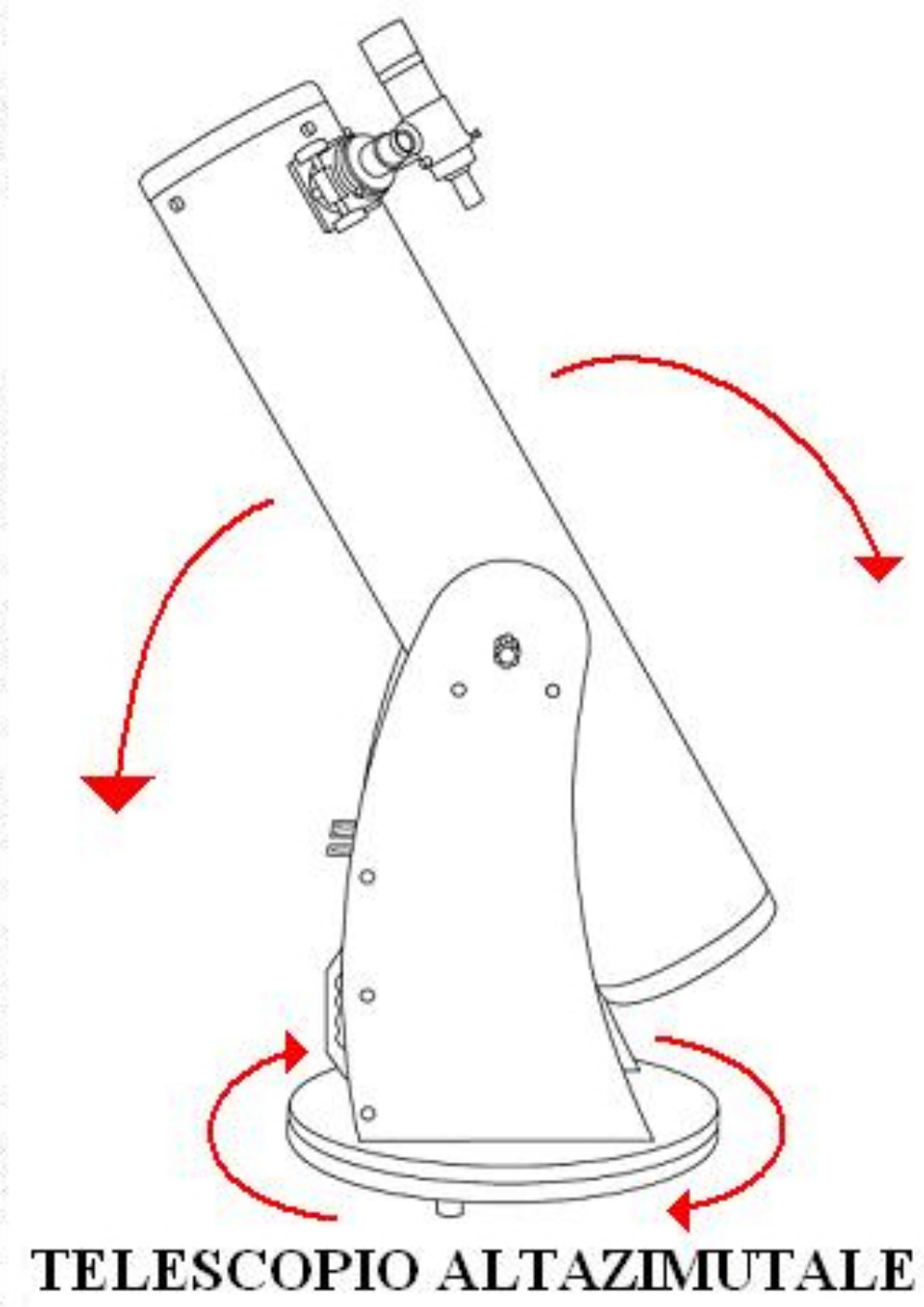
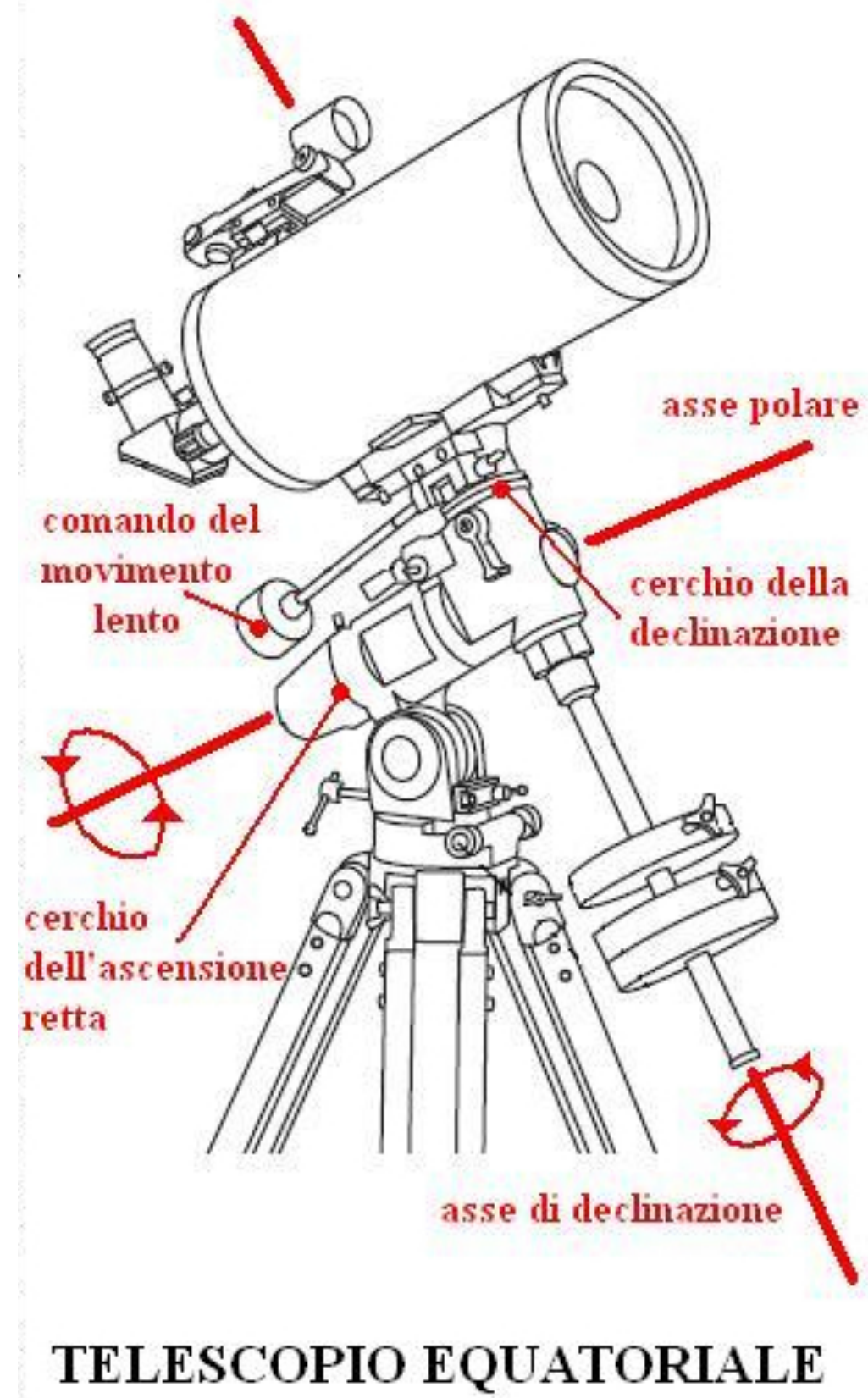


I fuochi si trovano sull'asse di altezza, in posizione "gravity invariant" .



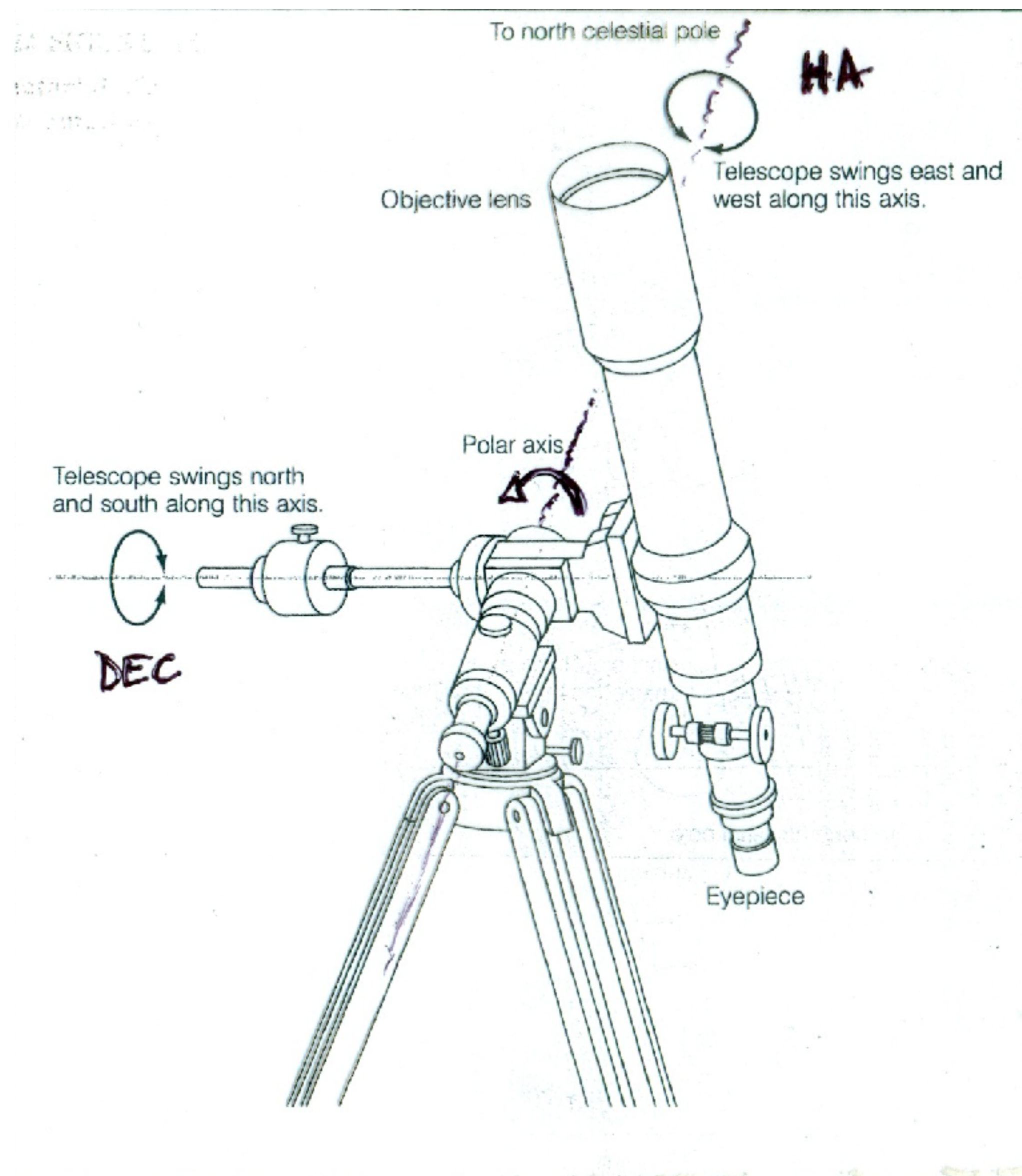


# Montature di telescopi





# Montature: equatoriale e altazimutale





# ESO: NTT e VLT

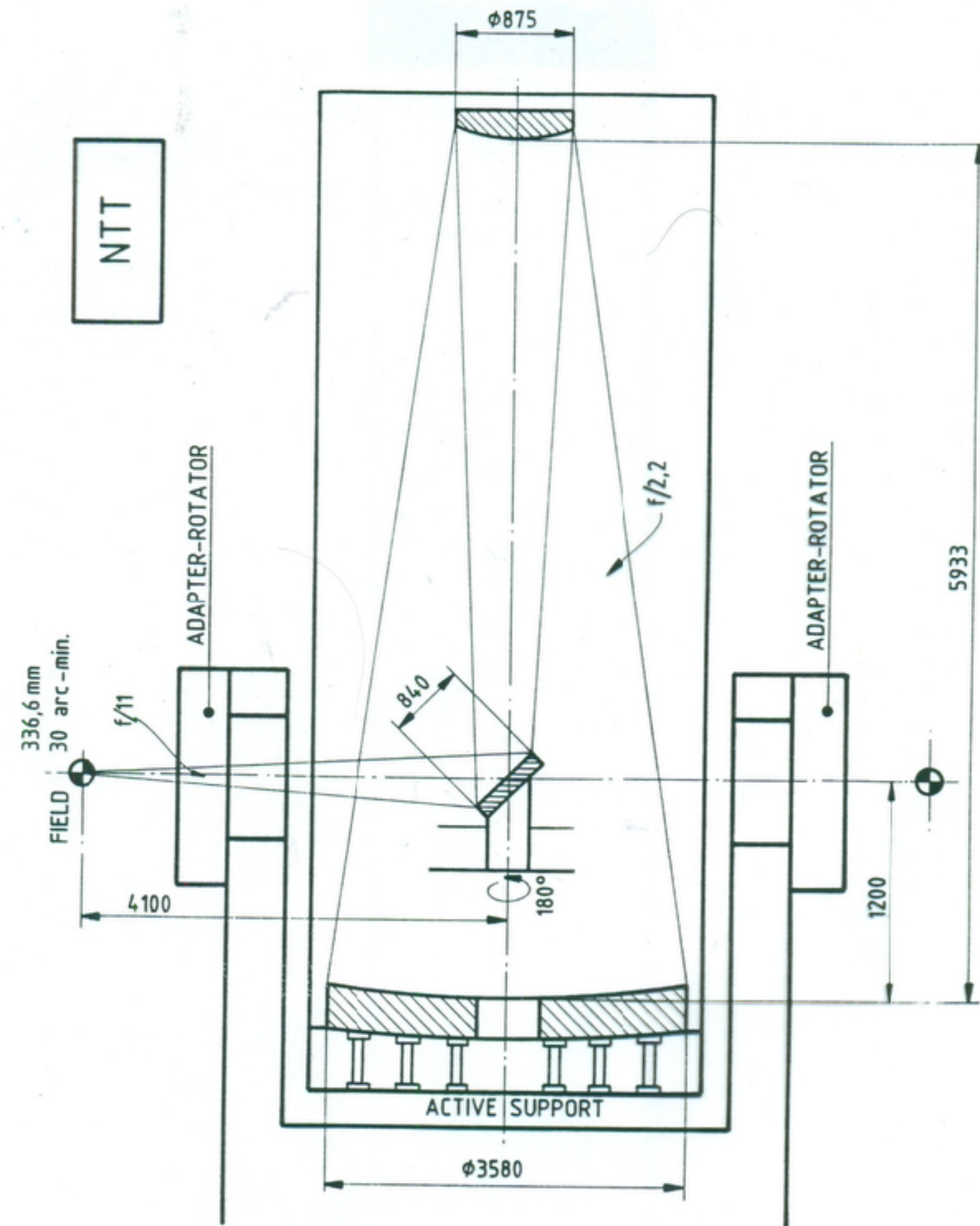
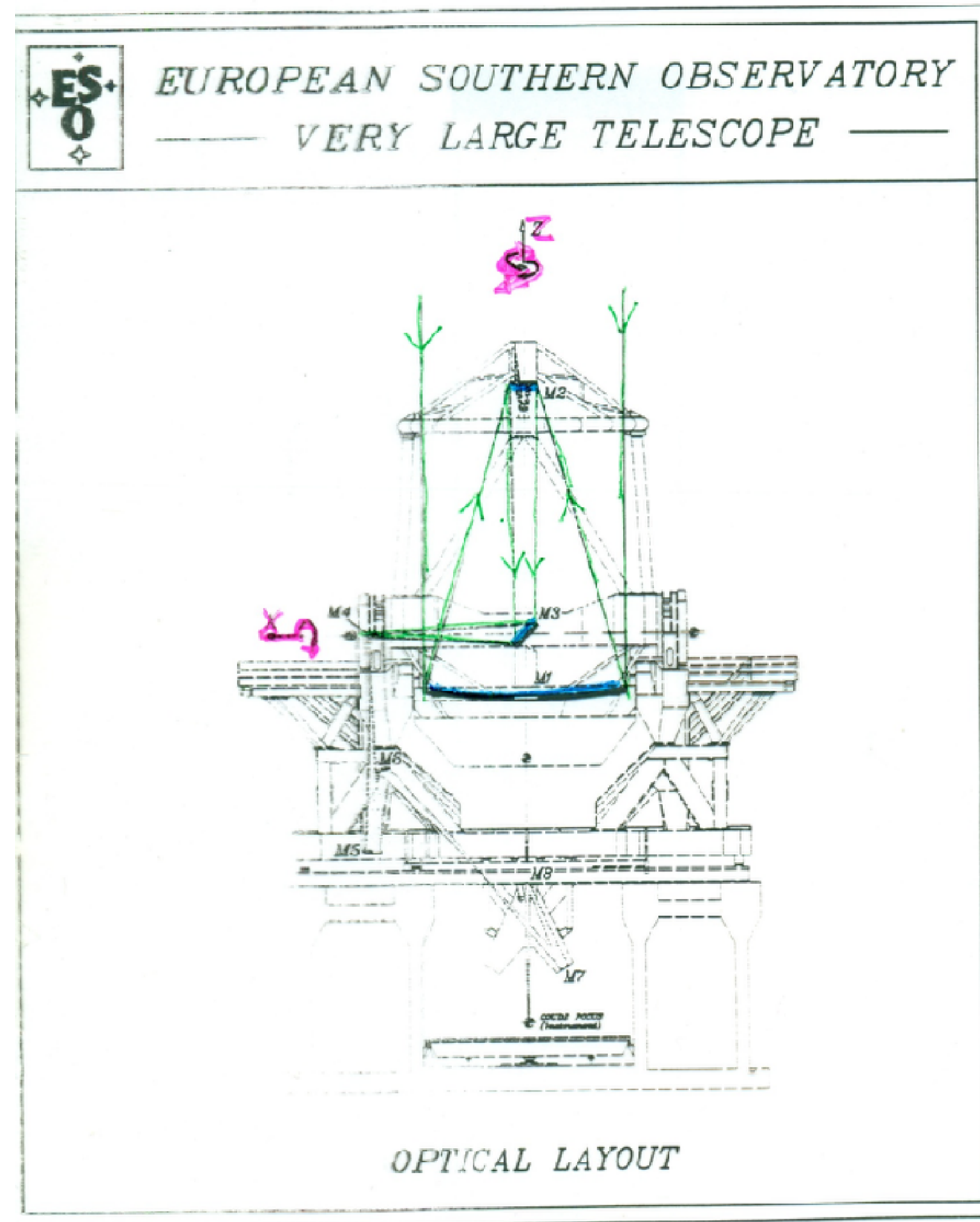


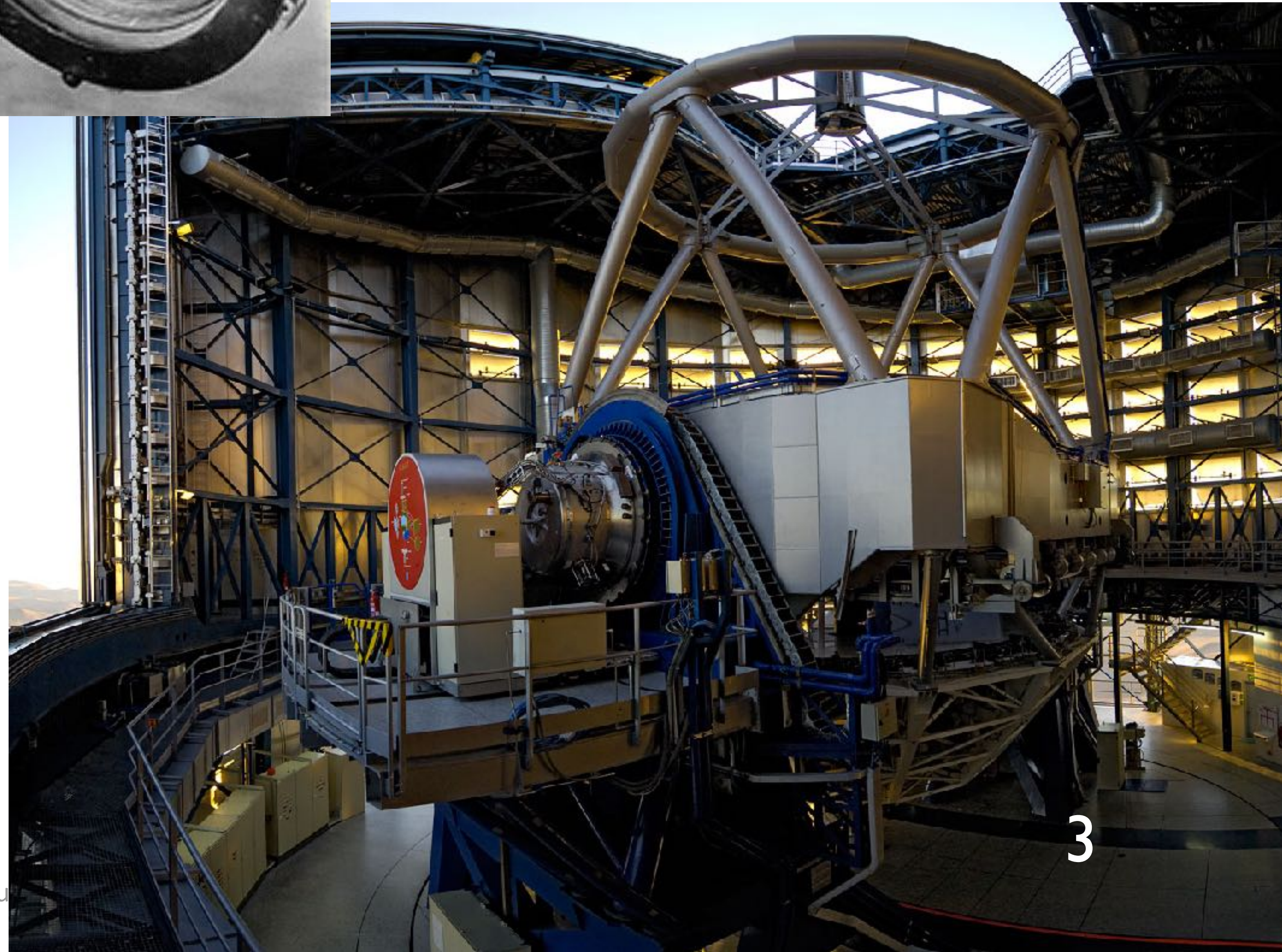
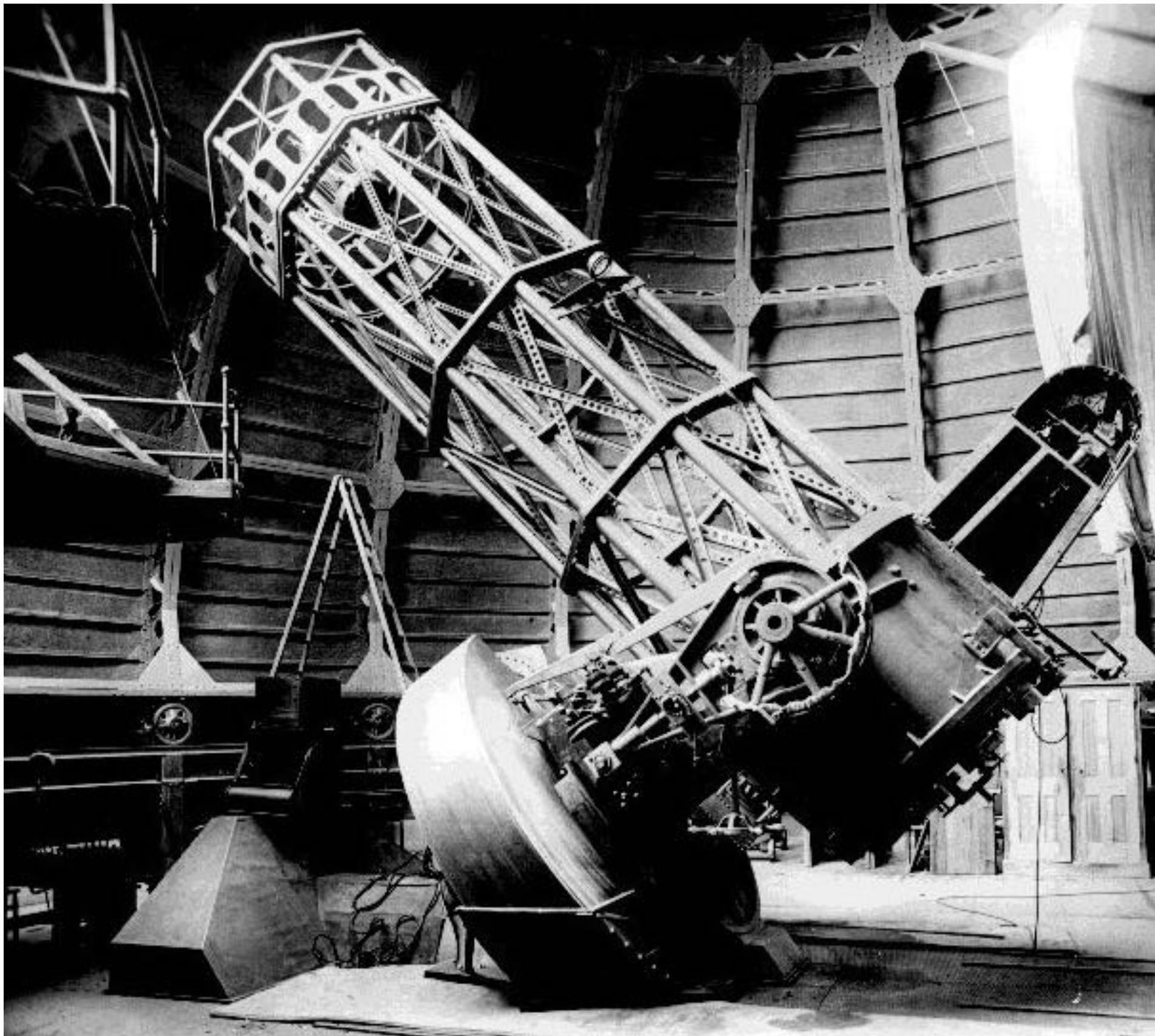
Figure 2.3: Schematic diagram of the 3.5 m NTT





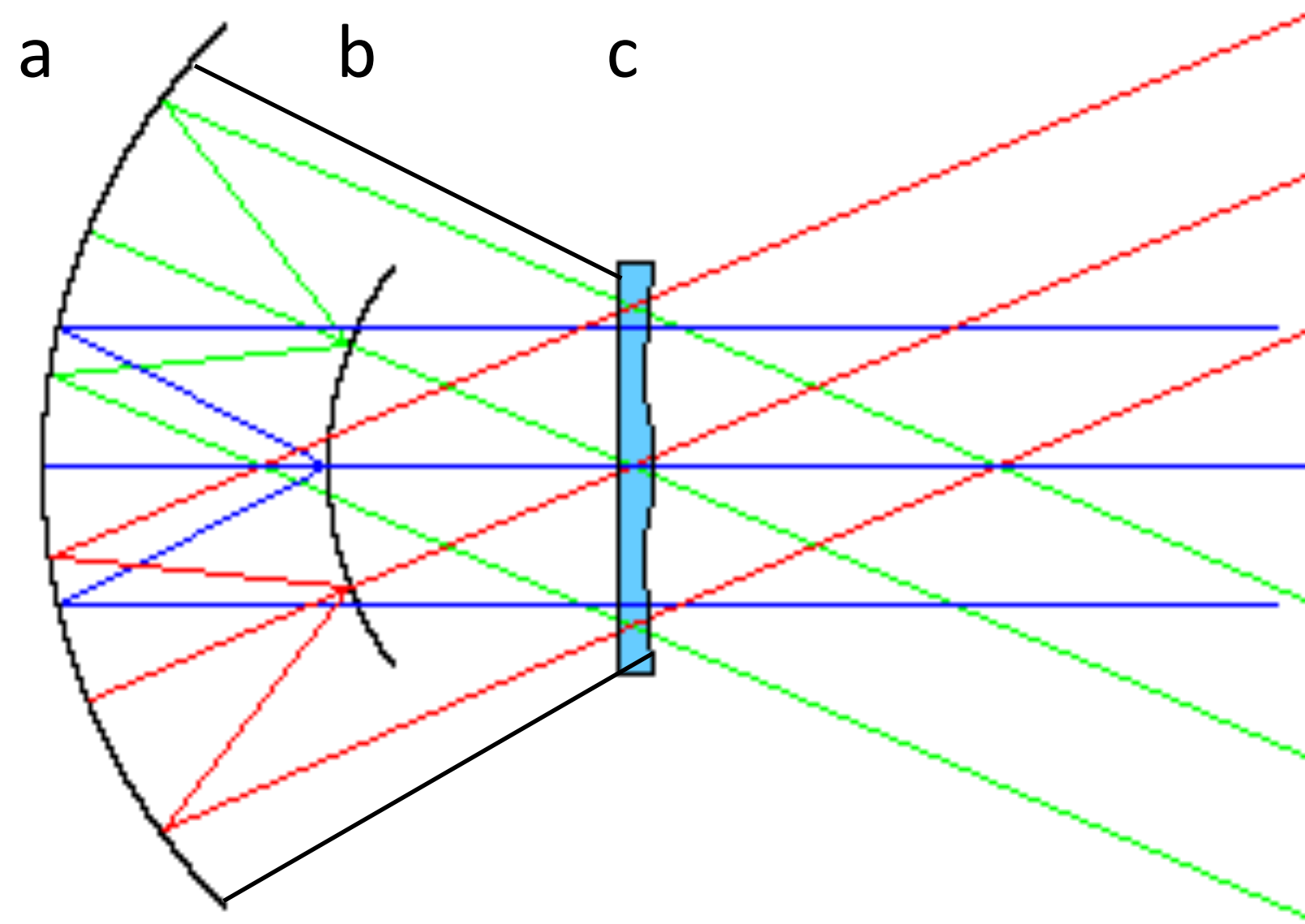


1 - Yerkes- 1m - Rifrattore.  
2 - Mt.Wilson - 2.5m-Cass  
3 - ESO VLT - 8.2m -RC





# Telescopio di Schmidt



- a.specchio sferico
- b.piano focale (curvo)
- c.lente correttrice

La lente correttrice agisce anche da diaframma; l'apertura effettiva è quella della lente; l'aberrazione sferica viene ridotta.

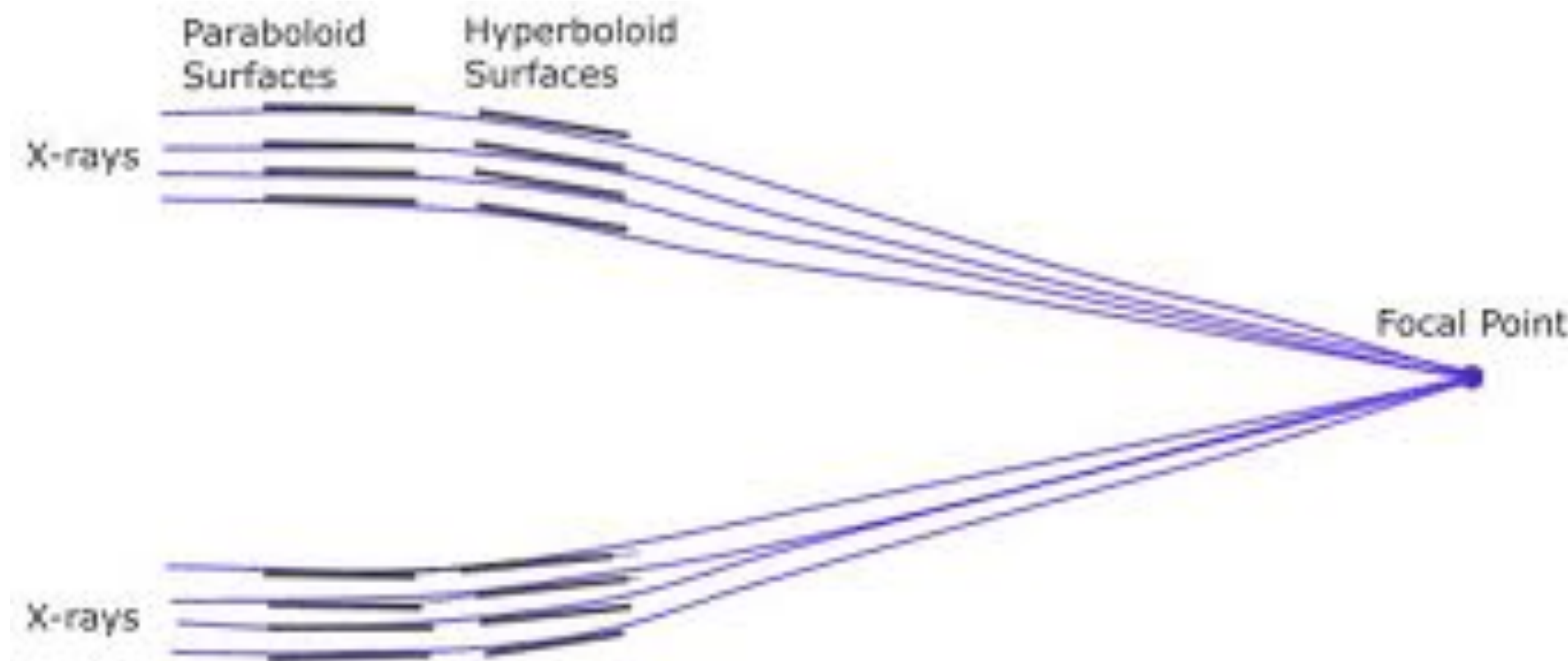
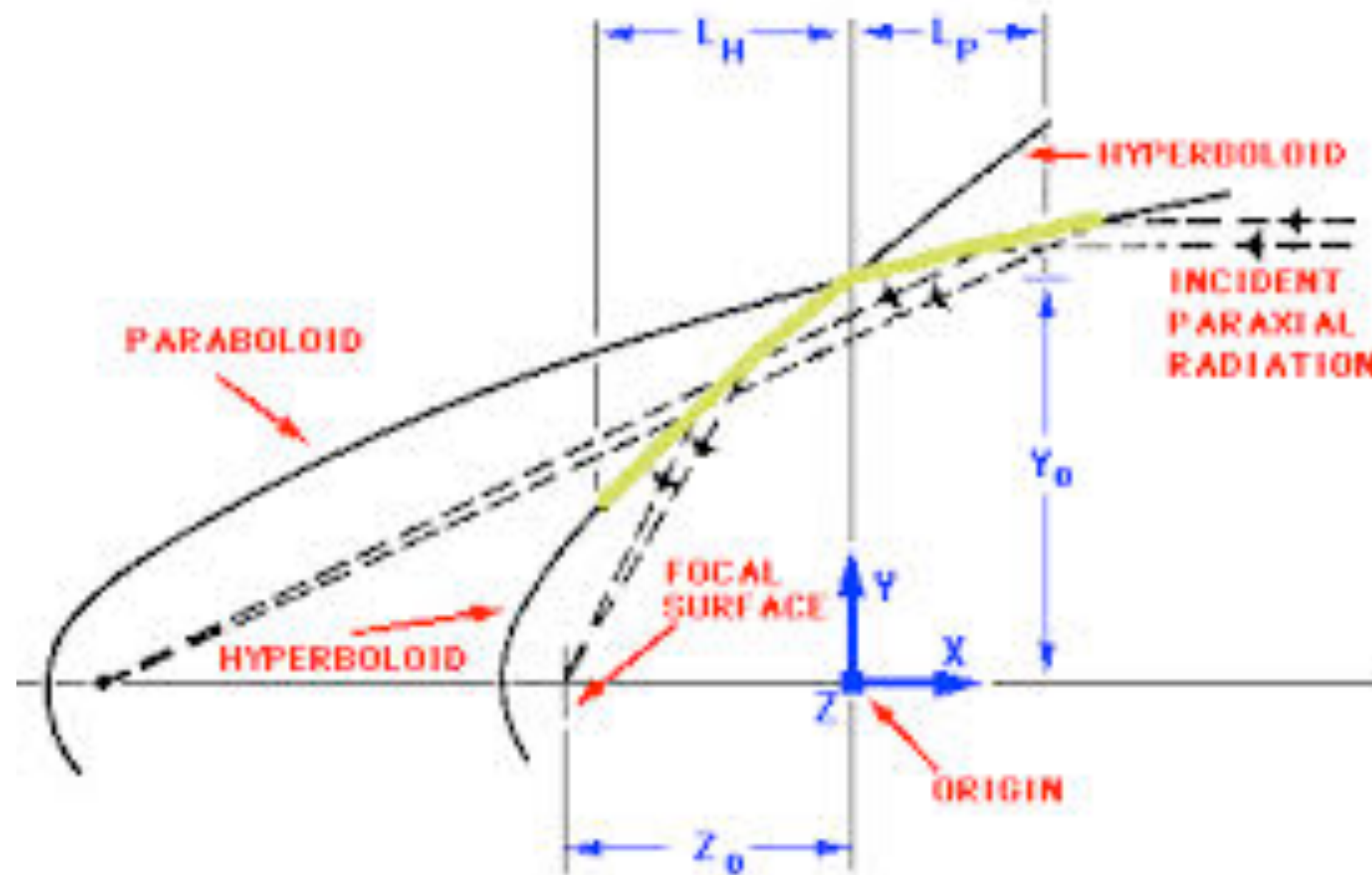
Il telescopio assicura un campo corretto grande su un piano focale curvo.

Lo Schmidt di Mt. Palomar ( 120/180 cm) assicura un campo corretto di  $6^\circ$ , con immagine migliore di 2''



# X-Ray telescopes

## (Wolter mirrors- grazing incidence)



XMM-Newton

# Aberrazioni in uno specchio parabolico

96

## 6. Reflecting Telescopes

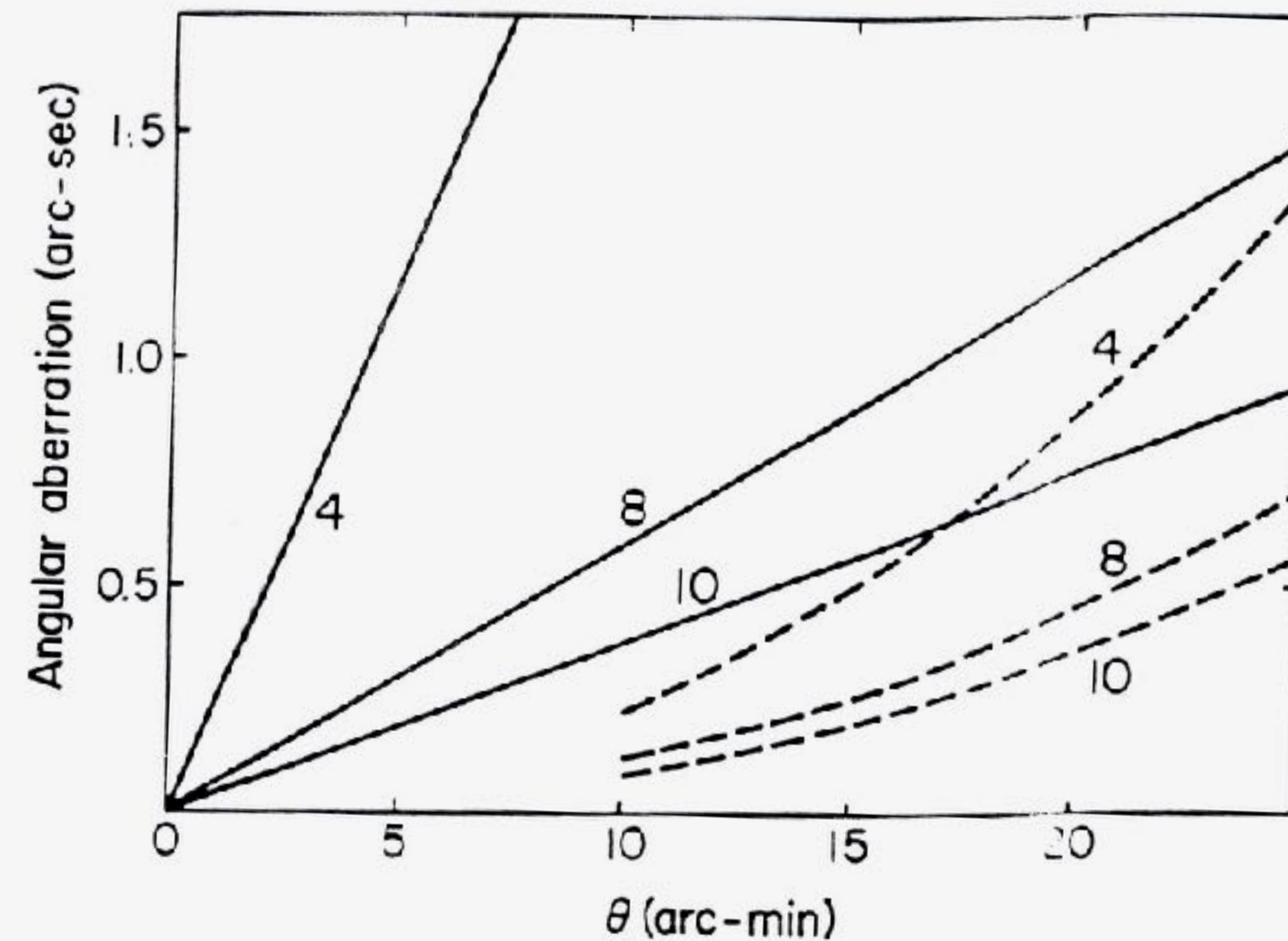


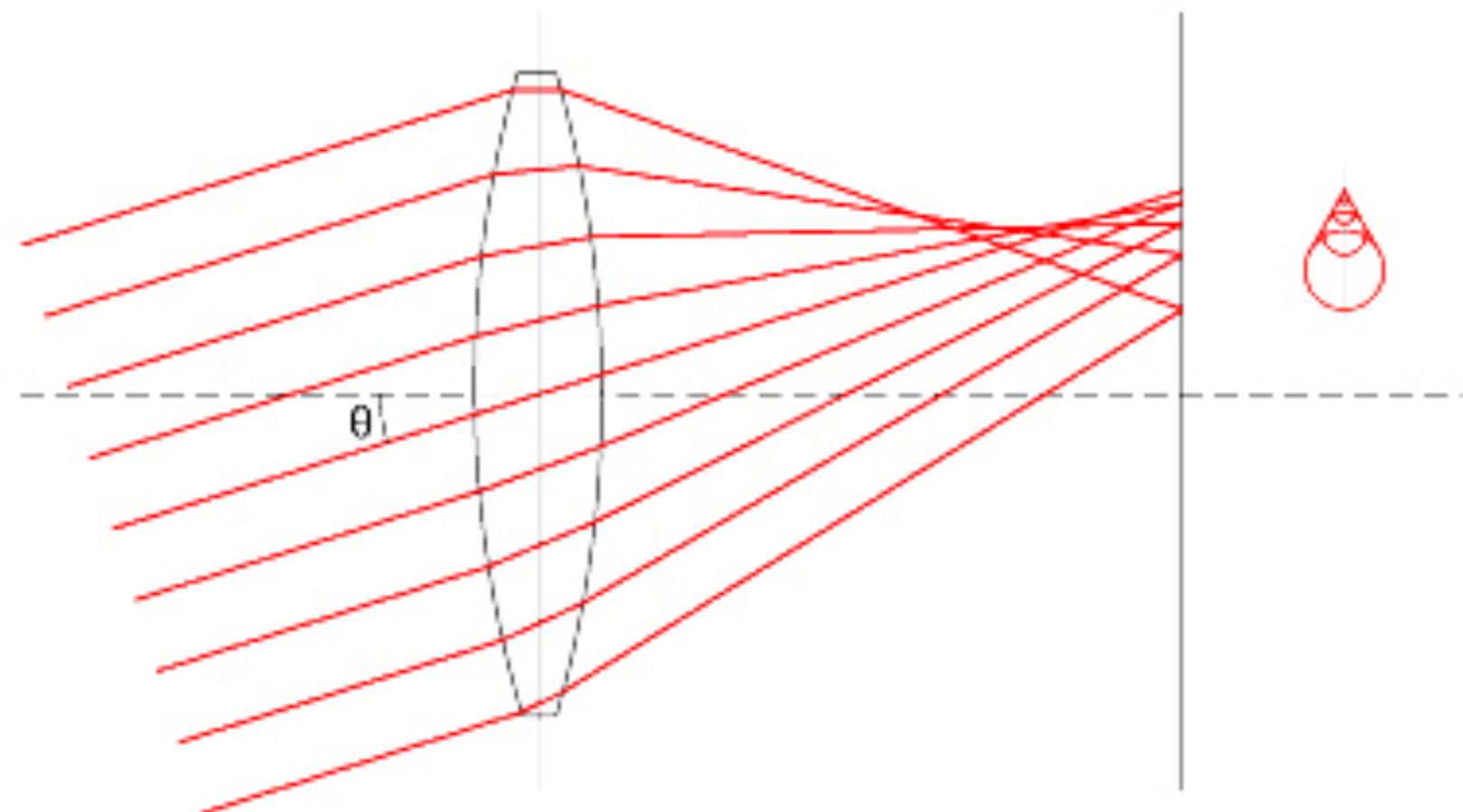
Fig. 6.1. Angular aberrations of paraboloid in collimated light at selected focal ratios. Solid lines: sagittal coma; dashed curves: astigmatism. The number on each curve is the focal ratio. See Eqs. (6.1.1) and (6.1.2).

Da: Schroeder Astronomical Optics, Academic Press



## “Spot diagram”

Diagramma che si ottiene individuando i punti di intersezione dei raggi a diversi  $\theta$  (angolo rispetto all'asse ott.) con diversi piani perpendicolari all'asse stesso



“Spot diagram” per specchi parabolici  
L'aberrazione dominante fuori asse è la coma

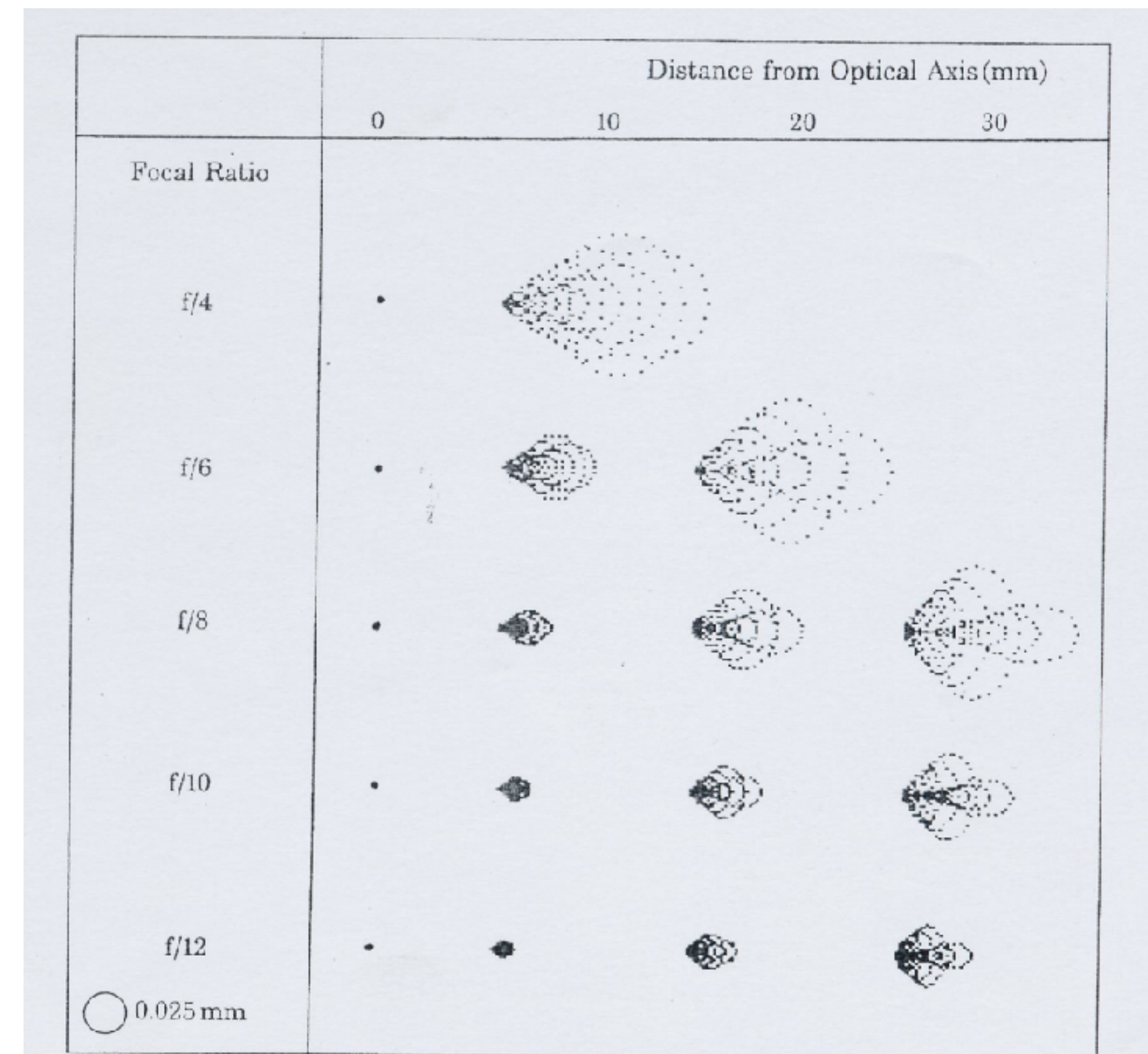


Fig. 5.6 Spot Diagrams for 200 mm Paraboloidal Mirrors.



# Aberrazione sferica - Spot diagram

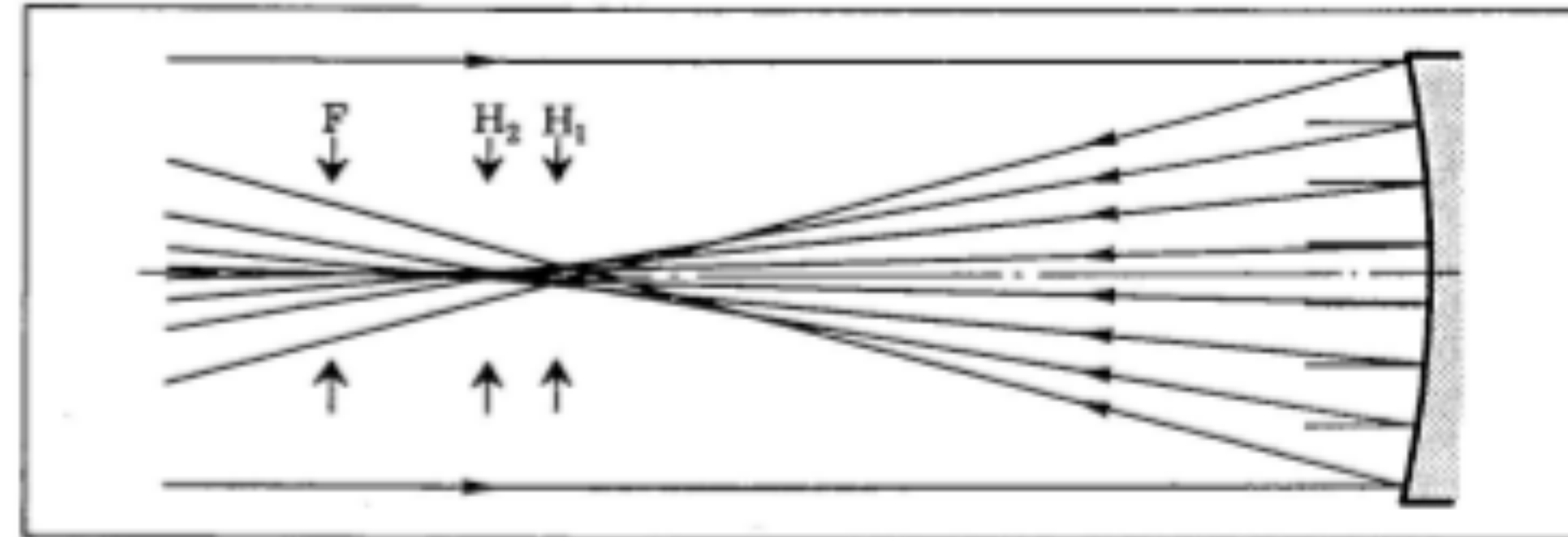


Fig. 5.2 Spherical Aberration in a Spherical Mirror.

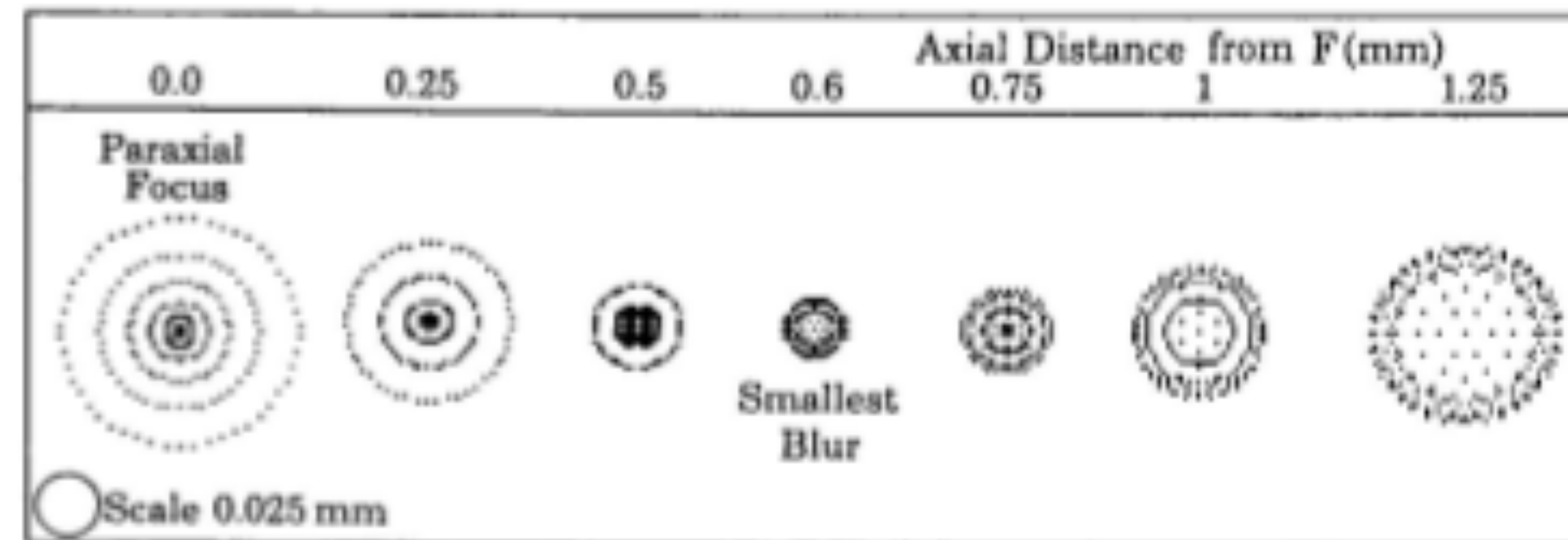
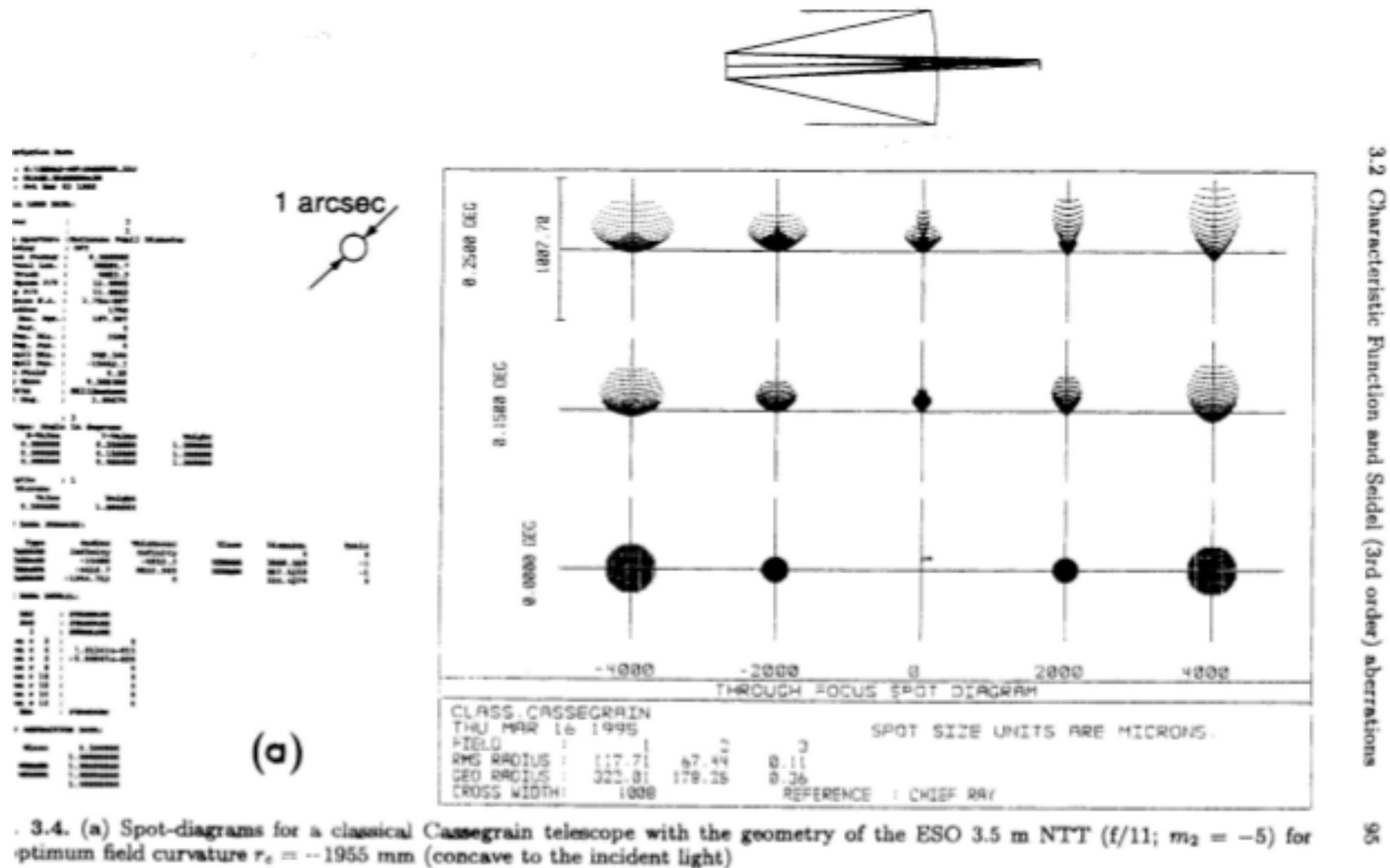


Fig. 5.3 Spot Diagrams for a 200 mm  $f/8$  Spherical Mirror.

# Spot diagram di un tel. Cassegrain



# Spot diagram di un tel. Ritchey-Chretien

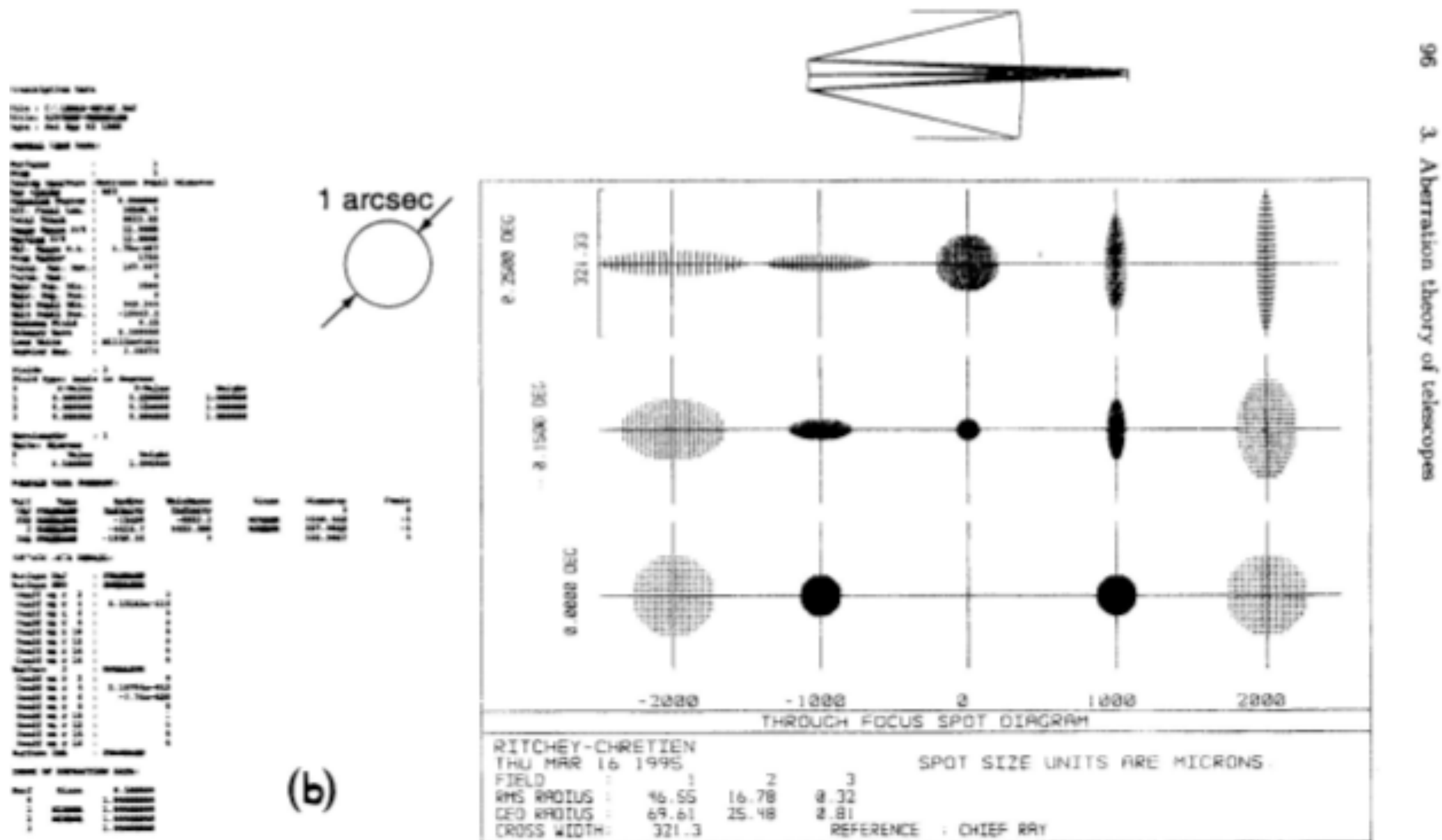


Fig. 3.4. (b) Spot-diagrams for an RC aplanatic telescope with the geometry of the ESO 3.5 m NTT ( $f/11$ ;  $m_2 = -5$ ) for an optimum field curvature  $r_c = -1881$  mm



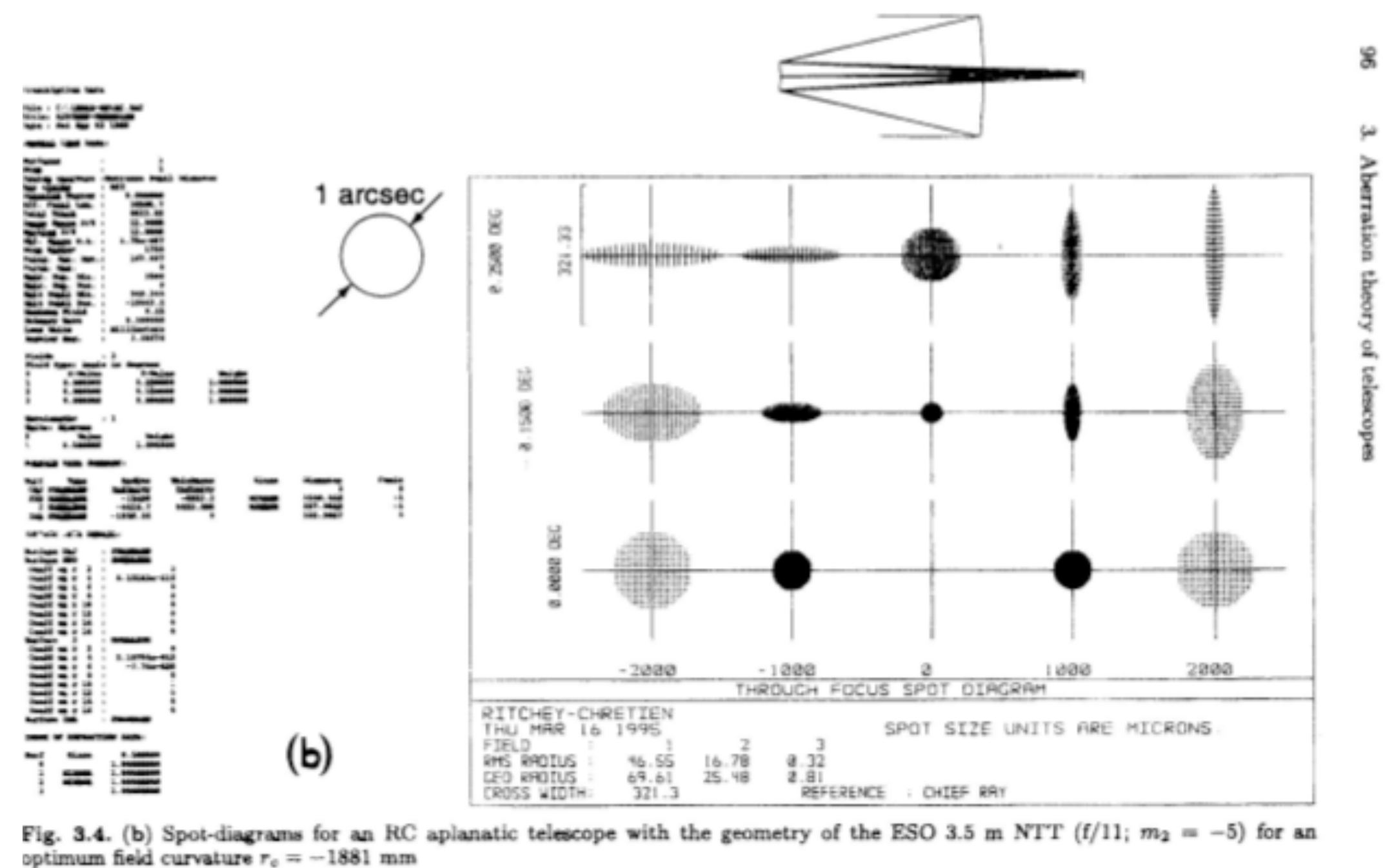
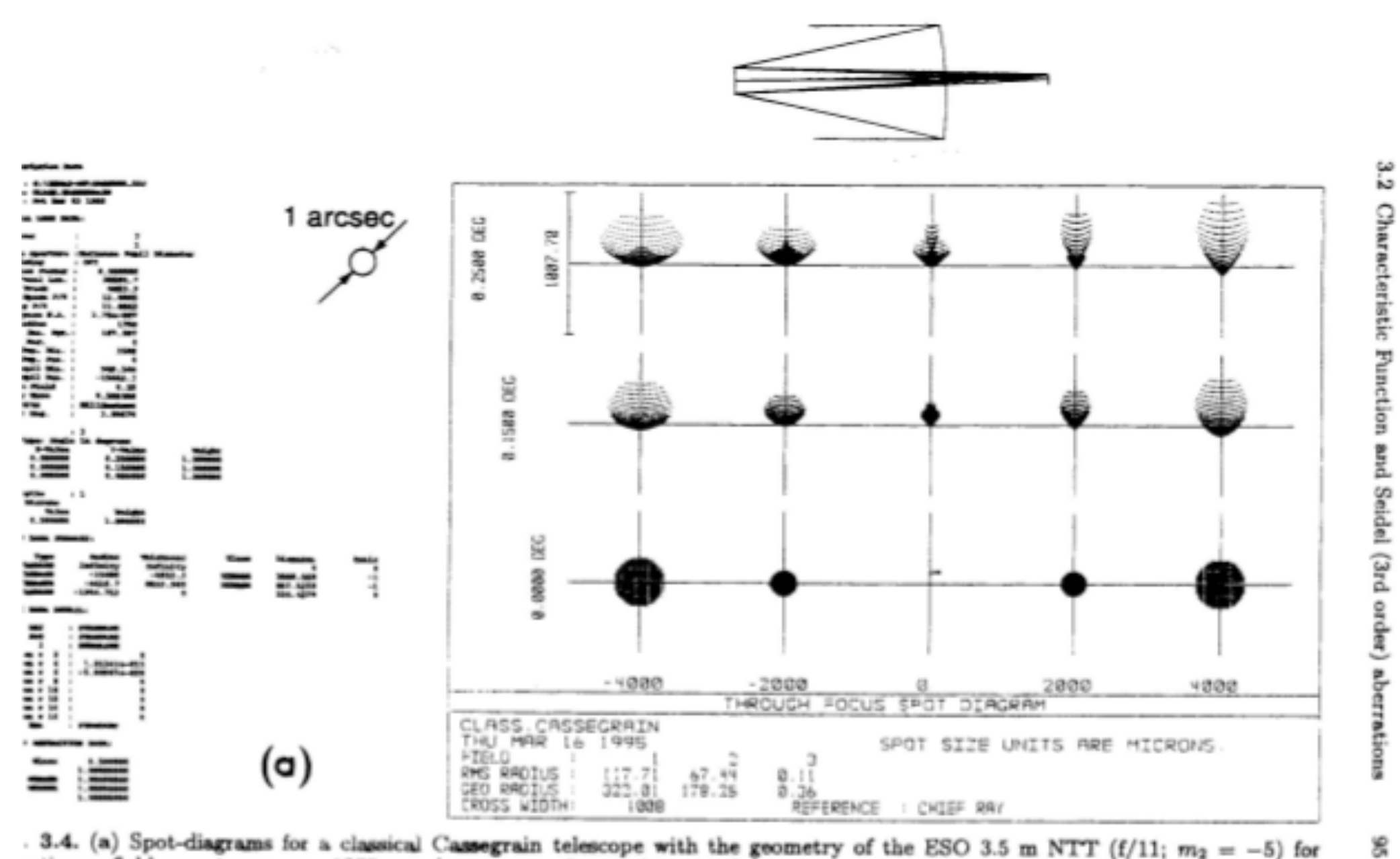
# Tel. Cassegrain Spot diagram

*La principale aberrazione è Coma*

Notare la diversa scala delle due immagini

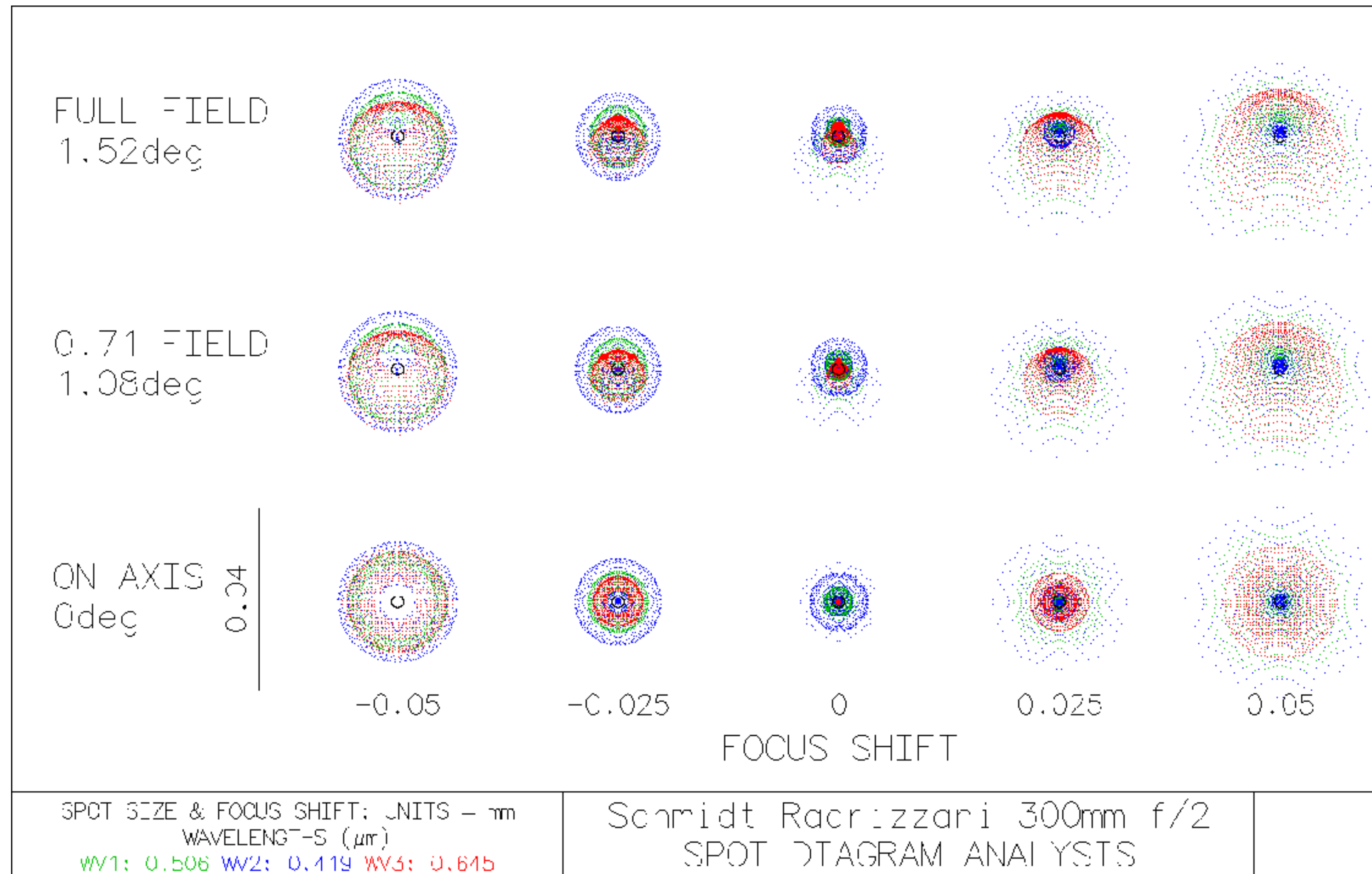
# Tel. Ritchey-Chretien Spot diagram

*La principale aberrazione è astigmatismo*



# Spot diagram per un telescopio Schmidt

(notare l'aberrazione cromatica dovuta alla lente correttrice)



da:  
Lorenzo Comolli  
AstroPhotoInsight